

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**Studium vlivu povrchu substrátu na vlastnosti
Komaxitu v praxi**

**Study of Influence Surface Substrate
on Characteristics of Coating Komaxit**

Student:

Bc. Jakub ŠARMAN

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jakub Šarman**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 20 Strojírenská technologie
Téma: **Studium vlivu povrchu substrátu na vlastnosti povlaku Komaxit**
Study of Influence Surface Substrate on Characteristics of Coating Komaxit
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rozbor současného stavu využití povlaku Komaxit v praxi.
2. Prostudujte tvorbu a vlastnosti povlaku Komaxit.
3. Prostudujte vliv povrchu substrátu na vlastnosti a adhezi povlaku Komaxit.
4. Navrhněte metodiku experimentálních prací.
5. Proveďte experimentální práce a zpracujte technickou zprávu.

Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.

PODJUKLOVÁ, J.: *Speciální technologie povrchových úprav I*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 1994. 1. vydání. 71 s. ISBN 80-7078-235-8.

BARDAL, E.: *Corrosion and Protection*. Springer - Verlag London Limited, 2004. 315 s. ISBN 1-85233-758-3.

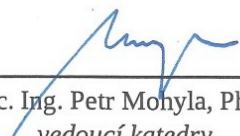
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016





doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 16.5.2016


.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomová práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/198 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 16.5.2016



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jakub Šarman

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Nový Hrozenkov 748, 756 04

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Šarman Jakub: *Studium vlivu povrchu substrátu na vlastnosti povlaku Komaxitu*
Ostrava: Fakulta strojní VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2016, 92 stránek
Diplomová práce, vedoucí: doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc..

Diplomová práce se zabývá posouzením vlivu substrátu, při různých předúpravách, na vlastnosti povlaku Komaxitu.

V úvodu je zpracován přehled povrchových úprav, jejich využití a vlastnosti. Přehled, složení, způsob výroby, druhy, vlastnosti a skladování práškových barev – Komaxitu. Dále je představena technologie předúpravy povrchu, nanášení práškových barev, porovnání výhod a nevýhod jednotlivých způsobů.

V praktické části je zpracováno zhodnocení jednotlivých předúprav na vlastnosti povlaku Komaxitu v průběhu životnosti.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

Šarman Jakub: *Study of Influence Surface Substrate on Characteristics of Coating Komaxit*
Ostrava: VŠB – University of Technology Ostrava, Faculty of Engineering 2016,
Supervisor: doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc. .

This master thesis addresses an evaluation of influence of substrate during different preprocessing phases on characteristics of coating Komaxit.

The introduction of the master thesis lists all ways of surface finish as well as their usage and attributes. It sets forth the overview, composition, and ways of manufacturing, types, features and storage of powder dyes – Komaxit. There is also introduced the technology of surface pre-processing, powder dyes applying and comparison of advantages and disadvantages of each approach.

The practical part of this work is devoted to evaluation of individual types of preprocessing on characteristics of coating Komaxit during its lifetime.

PODĚKOVÁNÍ

Za odborné vedení, trpělivost a čas mi věnovaný při zpracování mé diplomové práce děkuji doc. Ing. Jitce PODJUKLOVÉ, CSc..

Za cenné připomínky, poskytnuté informace a praktické rady, jenž jsem využil v této práci, také děkuji Josefu Orságovi a jeho kolegům z lakovny firmy Zamet s.r.o..

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Atd.	- a tak dále	
Cca	- circa – přibližně	
Obr. č.	- obrázek číslo	
Tab. č.	- tabulka číslo	
Atm.	- fyzikální atmosféra	– starší jednotku tlaku
bar	- bar	– jednotka tlaku
Fe	- železo (ferrum)	– chemická značka
g	- gram	– jednotka hmotnosti
kg	- kilogram	– jednotka hmotnosti
kW	- kilowat	– jednotka výkonu
l	- litr	– jednotka objemu
min.	- minuta	– jednotka času
MPa	- megapascal	– jednotka tlaku
Pa	- pascal	– jednotka tlaku
s	- sekunda	– jednotka času
t	- tuna	– jednotka hmotnosti
V	- volt	– jednotka elektrického napětí
VA	- voltampér	– jednotka zdánlivého elektrického výkonu
μm	- mikro metr	– jednotka délky
°	- stupně	
°C	- stupně celsia	
%	- procenta	

OBSAH

1. Úvod.....	4
1.1. Povrchové úpravy	4
1.2. Povrchovými úpravami dosahujeme	4
1.3. Rozdělení povrchových úprav	4
1.4. Rozdělení povrchových vrstev dle charakteru	4
1.4.1. Anorganické povlaky	4
1.4.2. Organické povlaky	5
1.5. Rozdělení povrchových úprav podle způsobu vytvoření	5
1.6. Organické nátěrové hmoty	5
1.7. Základní složky nátěrových hmot	5
1.8. Podle použití se nátěrové hmoty dělí na:	6
1.9. Způsoby nanášení nátěrových hmot	6
1.10. Ochrana materiálu proti korozi.....	7
2. Práškové nátěrové hmoty	8
2.1. Výroba práškových barev	8
2.1.1. Protlačování	8
2.1.2. Proces mletí	9
2.1.3. Dokončení výroby	9
2.2. Skladování práškových barev	9
2.3. Ekologie a odpady	10
2.4. Recyklace práškových barev a jejich likvidace.....	10
2.5. Práškové barvy dělíme, dle nosičů, na tyto základní typy:	10
2.6. Základní charakteristika práškových barev	11
2.7. Barvy práškových barev	12
2.7.1. Vzorník barev RAL.....	12
2.7.2. Odstíny NCS - vzorkovník NCS.....	13
2.8. Princip nanášení práškových nátěrových hmot	14
2.9. Nanášení práškových barev	14
2.10. Základní způsoby “nabití“ prášků	14
2.10.1. Elektrostatické nabíjení (Statika, Korona)	14

2.10.2. Elektrokinetické nabíjení (Tribo).....	16
3. Adheze	17
3.1. Nehomogenost povlaků.....	17
4. Koroze pod nátěrem.....	19
5. Předúprava	20
5.1. Mechanická předúprava	20
5.1.1. Otryskání.....	20
5.1.2. Broušení	21
5.1.3. Omílání.....	22
5.1.4. Kartáčování	22
5.1.5. Opalování	23
5.2. Chemická předúprava.....	23
5.2.1. Odmašťování.....	23
5.2.2. Alkalické odmašťování	24
5.2.3. Odmaštění organickými rozpouštědly	24
5.2.4. Emulzivní odmaštění.....	24
5.3. Předúprava	25
6. Popis zařízení.....	26
6.1. Duridine 3803 IT	27
6.2. Sušení	28
6.3. Nanášení práškové barvy.....	28
6.4. Vytvrzování barvy	29
6.5. Možné příčiny vad.....	29
7. Metodika experimentálních prací.....	32
8. Popis a výsledky experimentálních prací.....	32
8.1. Povrch vzorku 1.....	33
8.2. Povrch vzorku 2.....	33
8.3. Povrch vzorku 3.....	34
8.4. Povrch vzorku 4.....	34
8.5. Značení jednotlivých vzorků	34
9. Měřicí přístroje a použité postupy měření	35
9.1. Vizuální hodnocení.....	35

9.2.	Měření tloušťky	35
9.3.	Mřížková zkouška	37
9.3.1.	Řezný nástroj.....	38
9.3.2.	Samolepící páska.....	39
9.4.	Provedení zkoušky	40
9.5.	Křížový řez	41
9.6.	Vyhodnocení mřížkové a křížové zkoušky	44
9.7.	Odtrhová zkouška přilnavosti.....	49
9.7.1.	Přehled příslušenství mechanického odtrhoměru	50
9.8.	Provedení zkoušky	51
9.8.1.	Obecné značení pro jednovrstvý povlakový systém	52
9.8.2.	Provedení odtrhové zkoušky	53
9.9.	Zkouška solnou mlhou dle ČSN EN ISO 9227	58
9.9.1.	Provozní podmínky solné komory LIEBISCH S400 M-TR:.....	58
9.10.	Hodnocení degradace nátěrů – klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotlivých změn vzhledu ISO EN 4628	59
9.10.1.	ISO EN 4628 Část 2. – Hodnocení stupně “puchýřkování“	59
9.10.2.	ISO EN 4628 Část 4. – Hodnocení stupně praskání.	61
9.10.3.	ISO EN 4628 Část 5. – Hodnocení stupně odlupování.....	65
9.10.4.	Vlastní provedení zkoušky.....	67
9.11.	Zhodnocení	80
9.11.1.	Měření povlaku	80
9.11.2.	Zkoušky mřížková a křížným řezem.....	80
9.11.3.	Odtrhová zkouška	81
9.11.4.	Zkouška v korozní komoře	82
10.	Závěr.....	83
	Použitá literatura	85
	Seznam obrázků	88
	Seznam tabulek	92

1. Úvod

Cílem diplomové práce je studium vlivu substrátu na vlastnosti práškového povlaku tzv. Komaxitu.

Komaxit je organický práškový pigment, který je aplikován na kovy i nekovy a tím ovlivňuje jejich povrchové vlastnosti. Lakování Komaxitem vyžaduje určitou technologickou kázeň, která představuje nejen zachování určitého technologického postupu, ale i materiálu s povrchem vhodným k jeho aplikaci. V případě, že neodpovídá, mohou vzniknout tady a to okamžité, popřípadě vady v průběhu životnosti výrobku. [1]

1.1. Povrchové úpravy

Jsou technologické procesy, jimiž dosahujeme zlepšení vlastností povrchu za účelem zvýšení odolnosti proti korozi, zlepšení funkčních vlastností, jako např. zvýšení odolnosti proti opotřebení, zlepšení třecích vlastností, anebo zlepšení vzhledu výrobku. [1]

1.2. Povrchovými úpravami dosahujeme

- Změnu mikrogeometrie povrchu a změnu struktury povrchových vrstev.
- Umělé vytváření nových povrchových vrstev, které mají odlišné chemické složení a fyzikální vlastnosti. [1]

1.3. Rozdělení povrchových úprav

- Čištění a předběžná úprava
- Úpravy zvyšující odolnost proti korozi
- Úpravy zajišťující požadovaný vzhled výrobku - designu
- Úpravy pro dosažení specifických funkčních vlastností [1]

1.4. Rozdělení povrchových vrstev dle charakteru

1.4.1. Anorganické povlaky

- Kovové
- Oxidické
- Keramické [1]

1.4.2. Organické povlaky

- Nátěrové
- Plastové
- Konzervační [1]

1.5. Rozdělení povrchových úprav podle způsobu vytvoření

- Chemickými reakcemi
- Galvanickými elektrochemickými procesy
- Využitím difúze
- Ve vakuu
- Chemicko-tepelným způsobem
- Máčením, stříkáním, poléváním
- Plátováním, atd. [1]

1.6. Organické nátěrové hmoty

Pojem nátěrové hmoty je souhrnný název pro všechny hmoty, které se vhodnou technikou nanášejí na podklad v tekutém, těstovitém nebo práškovém stavu a které nanesené na podklad vytvoří nátěrový film mající ochranné, dekorativní nebo jiné specifické vlastnosti. Jedná se o nejrozšířenější způsob povrchových úprav a ochran kovových, dřevěných a jiných výrobků. [1]

1.7. Základní složky nátěrových hmot

1) Filmotvorné látky (pojiva, změkčovadla).

Netěkavé organické látky, které mohou vytvářet tuhý souvislý film různé tloušťky. Vysychavé oleje (lněný, tungový), přírodní pryskyřice (kalafuna), deriváty celulózy, deriváty kaučuku, asfalt a syntetické pryskyřice. [4]

2) Pigmenty, plniva a barviva

Jsou to nejčastěji oxidy kovů nebo soli

Pigmenty můžeme dělit dle jejich funkce při ochraně proti korozi na:

- a) Inhibiční – zpomalují korozi (suřík, zinková žlut').
- b) Neutrální – (titanová běloba).
- c) Stimulační – (grafit). [4]

3) Těkavé složky (rozpouštědla, ředidla).

Umožňují nanesení nátěrové hmoty na chráněný povrch. [4]

4) Ostatní přísady (aditiva)

Pomocí aditiv se dosahuje lepší a rychlejší dispergace pigmentů v barvě, zabráňuje se tak pění nátěrových hmot, nátěrové hmoty pak mají brilantní povrch. Pomocí aditiv je možno zvýšit odolnost nátěru proti povětrnostním vlivům. [4]

1.8. Podle použití se nátěrové hmoty dělí na:

- Napouštěcí – používají se pro napouštění savých podkladů, jako je dřevo, beton, zdivo, papír, apod..
- Základní – aplikují se jako první nátěr.
- Vyrovnávací (tmely) – používají se pro vyrovnaní nerovností v povrchu podkladu.
- Podkladové – používané pro vytvoření vrstev mezi základním a vrchním nátěrem (v současnosti se vyskytují již méně).
- Vrchní – tvoří poslední vrstvu v nátěrovém systému.

Při použití Komaxitu, jako vrchní vrstvy se jedná o poslední nanášenou vrstvu, popřípadě se jedná o jednovrstvý nátěr. [4]

1.9. Způsoby nanášení nátěrových hmot

Ruční nanášení (štětcem) - tato metoda nanášení povrchových vrstev je nejrozšířenější, nejjednodušší, nejuniverzálnější, ale z hlediska času je nejméně efektivní (zároveň má nejnižší produktivitu práce).

Máčení - je jednou z nejhospodárnějších technologií, které se využívají u velkosériových dopravníkových linek, zejména v automobilovém průmyslu. K máčení dochází ve velkých vanách, do které je celý výrobek při průchodu linkou ponořen.

Stříkání - v průmyslu se jedná o nejrozšířenější způsob nanášení povrchových vrstev s poměrně vysokou efektivitou (produktivitou práce). V současnosti se využívá jak ručního stříkání, tak i automatické, popřípadě robotické stříkání. [4]

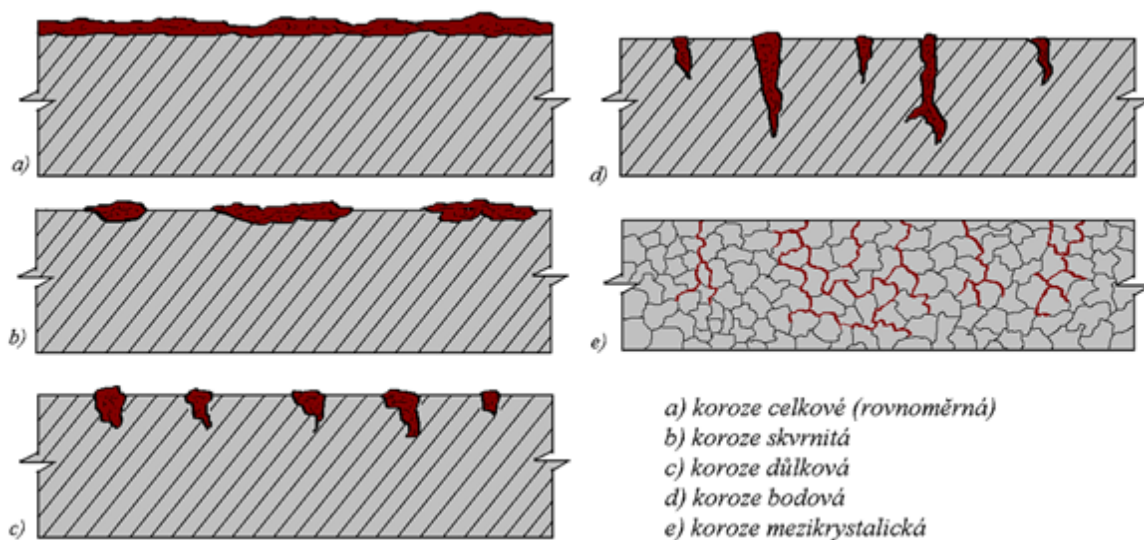


Obr. č. 1.1 - Příklady nanášení nátěrových hmot [24], [25]

1.10. Ochrana materiálu proti korozi

Povrchová ochrana propůjčuje kovovému materiálu kvalitativně nové vlastnosti, odlišné od vlastností základního kovu. Z hlediska charakteru povrchové ochrany, dělíme způsoby omezení, resp. zamezení koroze kovových materiálu na:

1. úprava korozivního prostředí odstraněním složky způsobující korozi, popř. snížením obsahu stimulující složky
2. elektrochemická ochrana kovového povrchu
3. volba vhodného konstrukčního materiálu
4. tvorba chemických kovových nebo nekovových ochranných povlaků na základním materiálu s kvalitativně odlišnými vlastnostmi. [4]

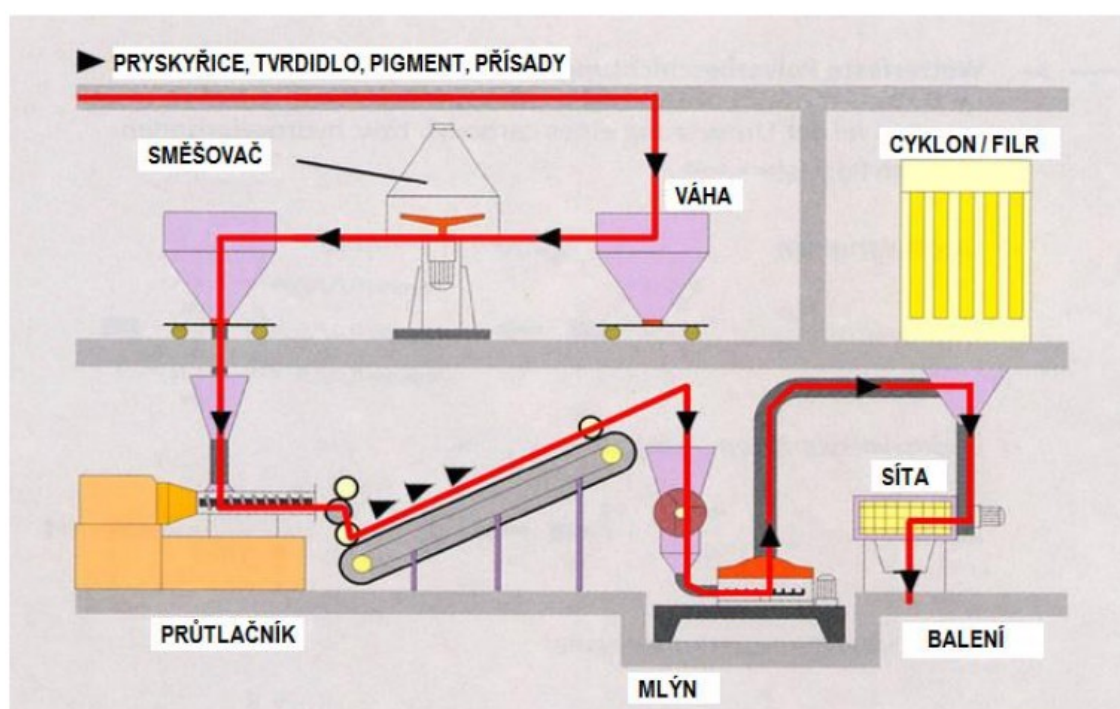


Obr. č. 1.2 - Příklady koroze

2. Práškové nátěrové hmoty

2.1. Výroba práškových barev

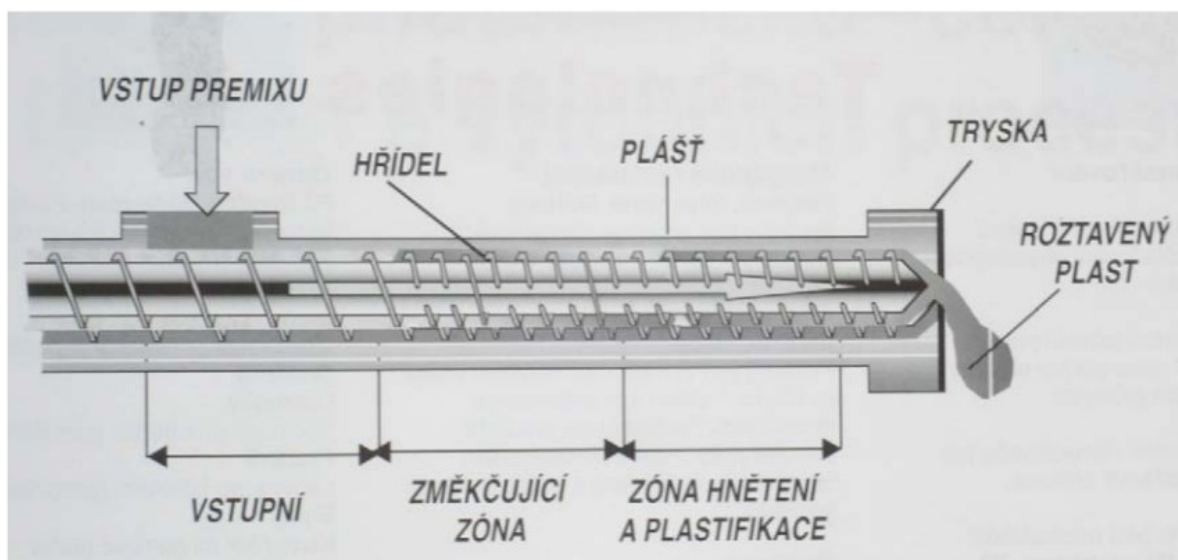
Výrobu práškových barev můžeme rozdělit do 3 základních kroků. Těmi jsou protlačování – extrudace, proces mletí a dokončování. Přesné složení práškových barev je závislé na konkrétním typu barvy a do jisté míry je i výrobním tajemstvím jednotlivých producentů. Obecně platí, že se barvy skládají z pryskyřice, tvrdidla, činidla pro regulaci rozlivu, katalyzátoru, pigmentů a plniv, přičemž pryskyřice tvoří bázi, ve které jsou všechny ostatní látky dispergované. Používané pryskyřice jsou polyuretanové, dále epoxidové a polyesterové, případně jejich mixy. [3]



Obr. č. 2.1 - Proces výroby práškové barvy [3]

2.1.1. Protlačování

Protlačování neboli extrudace – je proces, kdy jsou suroviny naváženy podle předepsané receptury a následně dokonale promíchány, čímž vzniká tzv. premix. Premix je nasypán do násypky a postupně prochází přes vstupní a změkčující zónu až do zóny hnětení a plastifikace. Obal a šnek zařízení je vyhříván vodním médiem. Konečným produktem této operace je roztavený plast. [3]



Obr. č. 2.2 - Proces protlačování při výrobě práškové barvy [3]

2.1.2. Proces mletí

Při procesu mletí roztavená barva z extruderu tuhne na chlazených válcích a pásovým dopravníkem je dopravována do mlýna. Zde jsou částice barvy rozemlety na potřebnou velikost, většinou $10\ \mu\text{m}$ – $100\ \mu\text{m}$ a pokračují do separátoru, kterým je v tomto případě cyklon. Ten oddělí nečistoty a nestandardní velikost zrn od standardních, které putují přes síto do zásobníku. [3]

2.1.3. Dokončení výroby

Barva ze zásobníku je přesně dávkována do pytlů nebo jiných obalových materiálů. Nejčastěji je barva dodávána odběratelům v 20 nebo 25 kg krabicích. [3]

2.2. Skladování práškových barev

Dodržení optimálních podmínek při skladování práškových barev má nejen vliv na jejich životnost, ale také výrazně ovlivňuje samotnou kvalitu jejich aplikace. Optimální podmínky pro skladování splňují prostory, které jsou suché a zateplené tak, aby se teplota prostředí pohybovala rozmezí od 5°C do 25°C . Práškové barvy je dále nutno chránit před zvlhnutím a prudkými výkyvy teploty, které mohou způsobit navlhnutí z orosených vnitřních stěn obalu. [15]

2.3. Ekologie a odpady

Jednou z obrovských výhod povrchové úpravy práškovými barvami, jsou dobré ekologické podmínky provozu a ekologické parametry vlastností konečného povlaku a to v porovnání s povrchovou úpravou většiny běžných tekutých nátěrových hmot. Práškové technologie nepoužívají rozpouštědla, hmota je nanášena v práškovém stavu, přičemž u technologií s možností recirkulace prášku v aplikačním zařízení je odpad z jeho aplikace minimální. Navíc lze zbylou práškovou barvu (odpad z postřiku) za určitých podmínek regenerovat a poté opět použít. [15]

2.4. Recyklace práškových barev a jejich likvidace

Jednou z největších výhod práškových nátěrových hmot je téměř stoprocentní využití nátěrové hmoty, přičemž při její aplikaci nevznikají žádné exhalace a téměř žádný další odpad. Vysoké využití práškových nátěrových hmot v lakovně, je však možné jen tam, kde se jedním typem a odstínem nátěrové hmoty lakují velké šarže výrobků a používaný prášek v nanášecím zařízení recirkuluje za současného doplňování nového prášku. Prášek, který neulpěl na výrobcích v nanášecí kabině, se obvykle odsává přes cyklon do koncových filtrů. Z cyklonu se barva vrací zpět do nanášecího zařízení, takže odpadem je pouze malé množství velmi jemného prášku, který se zachycuje v koncových filtrech. Uvnitř malých kabin, vybavených pouze filtry, se hromadí všechen prášek, který neulpěl na výrobcích uvnitř kabiny. V zakázkových a malých lakovnách se často lakují výrobky v malých sériích, a proto se recirkulace prášku, vzhledem k malému množství použitého prášku jednoho odstínu a prostojům způsobeným čištěním nanášecího zařízení, nevyplácí. Vzniká tak směs různých odstínů a typů práškových nátěrových hmot, která má v lakovně, kde vznikla, jen velmi omezené využití. Tato směs se upotřebí k lakování výrobků, u kterých je požadována pouze protikorozní ochrana a na jejich odstínu a vzhledu příliš nezáleží, nebo je užita jako první vrstva u dvouvrstvého povlaku, pokud není požadován epoxidový základ s obsahem nebo bez obsahu zinku. [29]

2.5. Práškové barvy dělíme, dle nosičů, na tyto základní typy:

- **epoxidové (EP)** – jsou určené výhradně pro použití v interiéru. Velmi dobře odolávají korozi a některým chemickým látkám.

- **epoxipolyesterové (PEP)** tzv. hybridní, nebo též zlidověle „mixy“, jsou dnes nejvíce používanými práškovými barvami. Jsou určeny především do vnitřního prostředí, ale lze je používat i na výrobky krátkodobě vystavované povětrnostním vlivům.
- **polyesterové práškové barvy (PES)**, jsou určeny především k použití v exteriéru pro vysokou odolnost proti UV záření a ostatním povětrnostním vlivům.
- **polyuretanové práškové barvy (PUR)**, jsou velmi odolné vůči povětrnostním vlivům. Transparentní polyuretanové práškové laky vykazují vysokou čírost.
- **akrylátové práškové barvy (AC)**, je možné používat i do exteriéru, jejich silnou stránkou je mj. jejich vysoká odolnost vůči chemickým látkám. [15]

2.6. Základní charakteristika práškových barev

Práškové barvy se řadí do skupiny tzv. průmyslových nátěrových hmot. Skládají se ze směsí pryskyřic, pigmentů, případně dalších surovin, které například dodávají práškovým barvám tvrdost, lesk, nebo požadovanou hloubku matu, vytvářejí struktury apod. Tato směs má suchou práškovou konzistenci. Prášková barva se pro aplikaci ničím neředí, ani se v žádné tekutině nerozpouští. Nanáší se v práškové podobě pomocí stlačeného vzduchu, který po smísení s práškem vytváří tekutou směs. [15]

Surovina	Procentuální podíl z celkového složení	Funkce
Pigmenty	0 – 40 %	dodávají odstín, krycí schopnost a optické vlastnosti.
Plniva	0 – 20 %	zlepšují vlastnosti aplikace. Zvyšují odolnost proti oděru, tvrdost povlaku a korozivzdornost.
Přísady	1 – 2 %	ovlivňují tečení práškové barvy, strukturu a lesk povlaku.
Tvrdidlo	cca 60 %	syntetické polymerní materiály, dodávající odolnost proti nárazu, pružnost a odolnost proti atmosférickým vlivům.

Tab. č. 2.1 - Složení práškových barev [3]

2.7. Barvy práškových barev

Práškové barvy se běžně vyrábějí v mnoha vzhledových typech a obrovské paletě odstínů. V odstínové paletě se zpravidla vychází z mezinárodně uznávané vzorkovnice s označením RAL. V současnosti existují také odstíny podle jiných vzorkovnic, např. RAL DESIGN, RAL EFFECT, NCS, Pantone, Munsell, atd., které můžeme zákazníkovi nabídnout.

Práškové barvy se vyrábějí od vysoce lesklých až po hluboce matné typy. Podle povrchu se také práškové barvy dělí na typy s hladkým povrchem, jemně strukturním povrchem a hrubě strukturním povrchem. [15]

2.7.1. Vzorník barev RAL

Vzorník barev RAL je celosvětově uznávaný standard pro stupnici barevných odstínů, který se používá především v průmyslové výrobě interiérových či exteriérových nátěrových hmot a stavebnictví obecně. Jeho smyslem je především možnost získání vždy přesně stejného odstínu barvy. Označení RAL je zkratkou pro ReichsAusschuss für Lieferbedingungen (Říšský výbor pro dodací podmínky). [21]



Obr. č. 2.3 - Vzorník barev RAL [21]

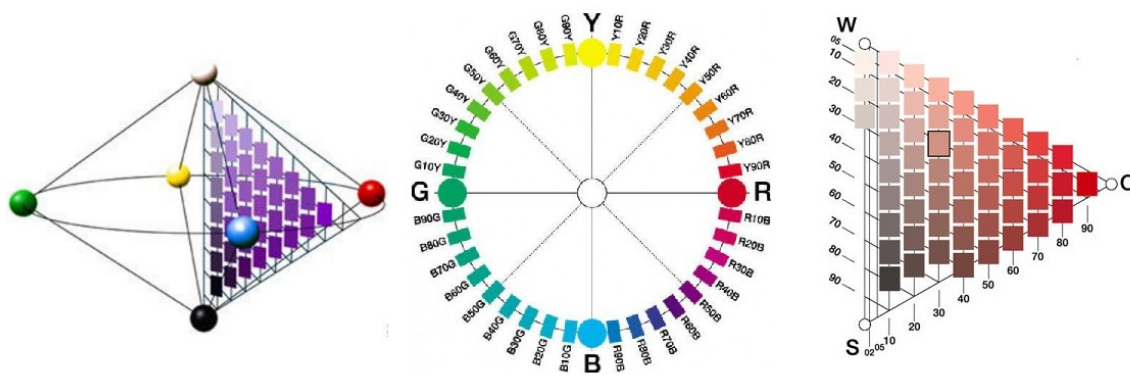
Z počátečních 40-ti barev se vzorník rozrostl až na dnešních 210. Nejznámější a nejpoužívanější je provedení vzorkovnice K-7.

Čísla RAL jsou čtyřmístná, přičemž první číslice určuje základní odstín barvy, na druhé pozici je vždy 0, třetí a čtvrtá číslice definuje jednotlivé odstíny. [21]

2.7.2. Odstíny NCS - vzorkovník NCS

NCS (Natural Color System®) je skandinávský systém vycházející z přirozeného vnímání barev, na základě vyhodnocení subjektivních vyjádření pracovníků z oblasti vědy, architektury, psychologie, módního návrhářství a objektivního měření barevnosti. Nejde tedy o pouhý velký soubor očíslovaných odstínů. [20]

NCS System vychází ze šesti základních odstínů – bílé, černé, žluté, červené, modré a zelené. Základem je „barevný prostor“, kde jsou na centrální svislé ose všechny odstíny šedé od bílé W (nahore) po černou S (dole). V terminologii NCS mají tyto odstíny označení N (neutral), nebo v číselném vyjádření mají nulovou hodnotu barevnosti (hue a chromaticness). Vzdálenost od svislé osy vyjadřuje brilanci (jas), úhel ve vodorovné rovině barevného prostoru určuje polohu odstínu mezi čistým žlutým, červeným, modrým a zeleným odstínem (barevný kruh NCS). Přitom jsou všechny číselné údaje uváděny v rozmezí 0 až 100%, standardní je odstupňování po 10%. Jako příklad definice je uveden odstín s označením S 2030-Y90R: - S - značí, že se jedná o odstín z 2. edice NCS (z roku 2001) - 20 - jedná se o odstín s 20% „přídavkem“ černě - 30 - jedná se o odstín na 30% vzdálenosti mezi šedou osou a maximální hodnotou jasu - Y90R - značí, že se jedná o odstín složený z 10% žlutě (Y) a 90% červeně (R). Tímto způsobem lze definovat prakticky všechny přírodní odstíny (problémem jsou např. fluorescenční pigmenty apod.). Kromě toho tato definice odstínu umožňuje představit si alespoň přibližně odstín, aniž máme k dispozici příslušný barevný vzorník. [19] [20]



Obr. č. 2.4. - Vzorník barev NCS [19]

2.8. Princip nanášení práškových nátěrových hmot

Principem práškového lakování, je nanesení práškové barvy na vhodně předupravený podklad, který je zbavený všech chemických a mechanických nečistot a jeho následné vytvrzení v peci. Prášek obsahuje pryskyřice, pigment, případně tvrdidla, aditiva a vytváří tak suchou práškovou konzistenci. [15]

2.9. Nanášení práškových barev

Pro aplikaci prášku na dílec se využívá stlačeného vzduchu, který po smísení s práškovou barvou, vytváří "tekutou směs". Aby prášek na dílci ulpěl a nespadl dříve, než dojde k vytvrzení v peci, je mu v aplikačním zařízení dodána elektrostatická energie - je "nabíjen". Elektrostatická energie využívá známého fyzikálního jevu a to, že se opačně nabitě částice přitahují. Tento jev způsobuje přitahování práškových částic ke stříkanému dílci a následně jeho ulpění na povrchu dílce. [15]

Toto „nabití“ je zajišťováno dvěma základními způsoby: třením o vnitřní stěny speciální aplikační pistole, které jsou vyrobeny z teflonu (tzv. tribo) nebo získáním náboje pomocí elektrody vysokého napětí, umístěné u ústí aplikační pistole (tzv. korona nebo statika). [15]

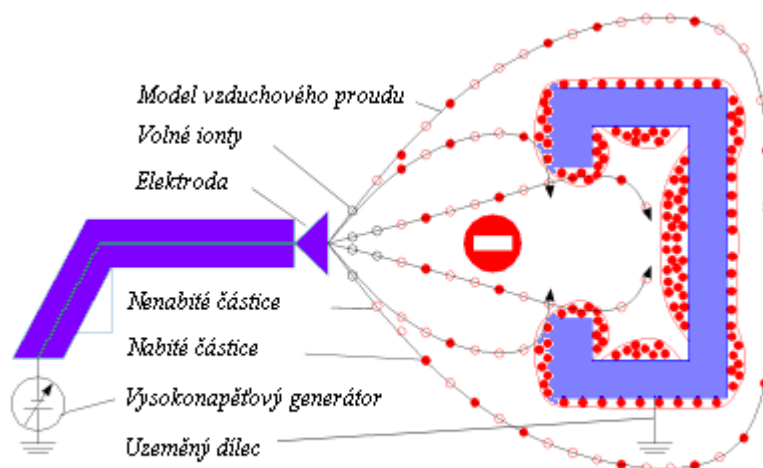
Následné vytvrzení ve vytvrzovací peci uzavírá celý proces aplikace. Po vytvrzení je výrobek z pece vyjmut a po zchladnutí je ihned připraven k montáži, kompletaci, případně k zabalení a expedici. [15]

Práškové barvy jsou jednovrstvým nátěrovým systémem, který nevyžaduje použití základních nátěrů a po nanesení nevyžaduje žádné následné schnutí. Tato vlastnost umožňuje dosahovat poměrně vysoké produktivity práce a při optimálním zvládnutí technologie aplikace i ekonomické úspory. [15]

2.10. Základní způsoby “nabití” prášků

2.10.1. Elektrostatické nabíjení (Statika, Korona)

Práškové částice jsou "nabity" pomocí elektrody vysokého napětí, umístěné u ústí aplikační pistole. Tento způsob nabíjení je velmi rychlý a účinný, avšak není vhodný pro dílce s hlubokými záhlubněmi. [26]



Obr. č. 2.5 - Schématické znázornění nanášení barvy Korona [26]

Výhody:

- Vysoká produktivita práce
- Nízká spotřeba barvy
- Snadná možnost automatizace
- Silné elektrostatické pole umožňuje rychlé “nabíjení” částic a tím i lepší ukládání na povrchu
- Snadnější opravy práškového lakování
- Možnost použití více druhů práškových barev i velikostí částic prášku
- Rychlá výměna barev
- Nižší hmotnost aplikační pistole
- Tloušťku lze ovlivnit velikostí napětí [26]

Nevýhody

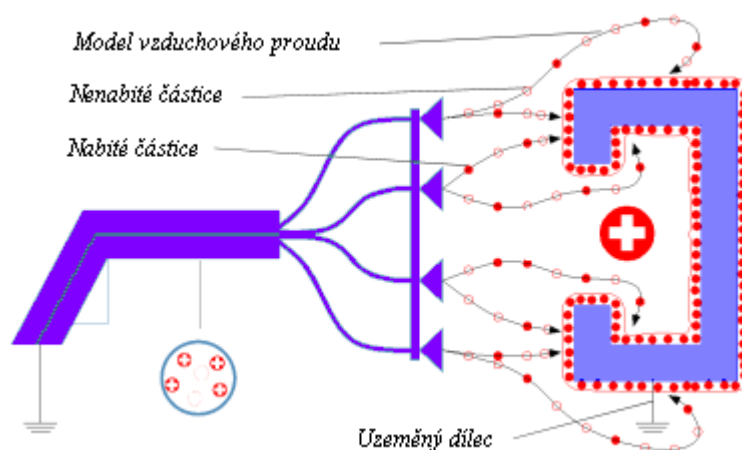
- Vyšší pořizovací cena
- Nutnost dokonalého uzemnění lakovaného předmětu
- Možnost vzniku Faradayovy klece
- Zpětná izolace
- Vznik nežádoucí struktury [26]

Faradayova klec – “Vzduch z ústí pistole proudí hlavně v ohybech a odnáší odtud prášek. Z tohoto důvodu je prášek nanášen hlavně na hranách, méně často v záhybech. K tomuto jevu dochází převážně u lakování složitých konstrukcí.” [26]

Zpětná izolace – “Jev, který nastává při zvětšení tloušťky vrstvy prášku na povrchu lakovaného předmětu. Kdy při zesílení vrstvy dochází ke zvýšení síly elektrostatického pole a vzniku kladných a záporných iontů. Tím se zvyšuje síla elektrického pole mezi jednotlivými vrstvami prášku a povrchem materiálu. Kladné ionty vystřelují zpět k záporně nabitě pistoli, na povrchu materiálu vznikají malé krátery.” [26]

2.10.2. Elektrokinetické nabíjení (Tribo)

Práškové částice jsou "nabity" třením v aplikační pistoli a hadicích, vyrobených např. z teflonu. Tento způsob nabíjení není tak efektivní jako "KORONA", ale je vhodnější pro dílce se záhlubněmi. [26]



Obr. č. 2.6 - Schématické znázornění nanášení barvy Tribo [26]

Výhody:

- Menší náročnost na obsluhu
- Nižší pořizovací cena
- Snadná automatizace
- Slabší vrstva práškového povlaku na hranách a v koutech
- Jednotný povlak [26]

Nevýhody:

- Nutnost speciálního prášku
- Nemožnost nanášení metalických barev
- Vyšší spotřeba prášku
- Nižší produktivita práce oproti Koroně
- Částice menší 10 μm se obtížně „nabíjejí“
- Vyšší požadavky na čistotu vzduchu pohánějícího prášek
- Čas spotřebovaný k „nabití“ prášku snižuje účinnost u delších intervalů stříkání [26]

3. Adheze

Dalším faktorem pro dosažení dlouhodobé ochranné účinnosti nátěru je vysoká adheze nátěrů k základnímu materiálu. Adheze je závislá na řadě činitelů, jako je např. čistota a úprava kovového povrchu, polarita pojidla, charakter pigmentu atd.. Při nedostatečně přilnavém ochranném nátěru dochází rychleji k proniknutí korozního prostředí a tím i k porušení jeho ochranných vlastností. Jak důležitou úlohu pro ochranné vlastnosti hraje vysoká adheze, je možno soudit např. z toho, že vinylové nátěrové hmoty, třebaže mají velkou chemickou odolnost, nejsou běžně použitelné zejména pro omezenou adhezi. Otázky přilnavosti jsou podstatné zvláště u lehkých kovů. [14]

Působení vody a vodných roztoků na nátěry je důležitým činitelem, jak pro korozi pod nátěrem, tak pro znehodnocení nátěrového filmu. V roztoku solí je sorbována převážně voda. Sorpce iontů je velmi omezená, což prokazuje např. téměř úplná vratnost sorpčního pochodu. Sorpce vody do chemicky schnoucích filmů probíhá odlišným mechanismem, než sorpce vody do fólií plastických hmot nebo do nátěrových filmů fyzikálně schnoucích. U chemicky schnoucích filmů se neustavuje plynule rovnováha, což souvisí s nehomogeností filmů v průřezu. [14]

3.1. Nehomogenost povlaků

Film se vytváří z několika vrstev, přičemž povrch každé vrstvy je díky dokonalému styku s kyslíkem maximálně síťován a je tedy i nejméně propustný pro pronikání prostředí. Směrem dovnitř vrstvy síťování klesá. Během sorpce se pak neuplatňuje celá hmota filmu, nýbrž pouze vrstva, kterou prostředí prostupuje a hraniční, značně síťovaná plocha vrstvy další. Postup prostředí se děje difúzní hmotou a ne pouze makro- a mikro-póry. Po průniku

prostředí ke značně síťovanému rozhraní se postup prostředí prakticky zastaví a pokračuje jeho hromadění ve vrstvě provázené i bobtnáním. Během tohoto pochodu, který je spojen i s rozpouštěním nízkomolekulárních složek filmu, vzniká ve vrstvě značné pnutí, které se uvolňuje vznikem dutin a později vznikem puchýřů, které nazýváme osmotické, na rozdíl od puchýřů korozních, jež vznikají nad napadenými místy základního materiálu a tvoří se vždy na rozhraní mezi kovem a nátěrem. [14]

Puchýře osmotické vznikají i mezi jednotlivými vrstvami nátěru. Nahromadí-li se ve vrstvě dostatek činidla, přestane působit brzdící účinek hraniční plochy a průnik pokračuje do další vrstvy. K těmto pochodům nemůže docházet u fyzikálně schnoucích homogenních nátěrů. [14]

Kromě vody a vodních roztoků snižují ochrannou účinnost nátěrů i organická prostředí, která se projevují podle vztahu k pojidlové složce. [14]

Protože je převážné množství nátěrů aplikováno v atmosférických podmínkách, je třeba se zmínit o tom, jak atmosférické činitele snižují ochrannou účinnost nátěrů. Atmosférickému znehodnocení podléhá nejvýrazněji pojidlová složka. Rozhodujícími faktory jsou teplo, vlhko, UV záření, kyslík a znečištění prostředí. V některých případech může pochody výrazně usměrňovat pigment. Procesy mají vesměs fotooxidační ráz, v některých případech i hydrolytický. Projevem stárnutí s ohledem na korozi základního materiálu je zvýšení propustnosti, tvorba trhlin, křehkost atd.. [14]

Uvedený rozbor dějů podmiňujících ochrannou účinnost nátěru ukazuje poměrně značnou složitost těchto otázek, ale i to, že správná volba nátěrového systému vyžaduje komplexní přístup. Kromě popsanych činitelů je třeba zvažovat i vliv technologie nanášení povlaku i rušivé vlivy plynoucí z technologické nekázně (nedodržení tloušťky nátěru, málo pečlivé očištění základního materiálu atd.). Při volbě nátěru, je třeba v zásadě vycházet z charakteru základního materiálu, jeho stavu a rozboru rozhodujících vlivů prostředí, v kterém bude nátěr sloužit. Širokým výběrem pojidel a pigmentů je možno dosáhnout vesměs požadovaných vlastností, je-li pracovník navrhující nátěry dostatečně seznámen s podmínkami pro dosažení ochranné účinnosti nátěru. Při volbě nátěru, je dále nutno zvažovat, zda s ohledem na požadovanou životnost výrobku nebude ekonomicky výhodnější kombinovat ochranu nátěry s jiným opatřením, např. metalizací a to i přes vyšší okamžité náklady. [14]

Mezi organické ochranné povlaky patří i takové, jež se vytvářejí pro dočasnou ochranu výrobků. Jde zejména o vrstvy minerálních olejů a tuků, které zabraňují průniku

agresivních složek atmosféry ke kovovému povrchu. Proto se také upravují přísadami snižujícími možnost pronikání vodní páry, jako hlavního korozního činitele atmosféry, anebo inhibitory pasivačního typu, např. chromany rozpustnými v uhlovodících. [14]

4. Koroze pod nátěrem

Tento pochod je závislý na charakteru kovového povrchu, na kterém byl nátěr vytvořen. Před natíráním výrobku je povrch vesměs vystaven působení atmosféry. Pro kinetiku i mechanismus atmosférické koroze je rozhodující kombinace dvou vnějších faktorů – nadkritické vlhkosti a znečištění. Z hlediska koroze pod nátěrem je rozhodující charakter korozních zplodin na kovovém podkladě. Pokud tyto zplodiny vznikly v naprosto čistém prostředí (což v praxi nebývá), nemohou nijak urychlit korozi pod nátěrem. [14]

Korozní zplodiny vzniklé ve znečištěném prostředí jsou zásadně dvojího typu:

- Zplodiny na neželezných materiálech, které mají anion agresivního činitele vázán v nerozpustné formě, nepůsobí korozi pod nátěrem a malé množství přilnavých zplodin pod nátěrem bývá naopak žádoucí pro zvýšení přilnavosti.
- Korozní zplodiny na železných materiálech, pokud vznikly ve znečištěném prostředí a nebyly před vytvořením nátěru dokonale odstraněny (např. otryskáním), působí rychlé znehodnocení nátěru pod rezivěním. [14]

Protože dosažení naprosto čistého povrchu oceli je velmi obtížné, je nutno používat speciálních antikorozních základních nátěrů. [14]

Na základě ochranného působení nátěru je možno stanovit základní faktory, které ovlivňují jejich ochrannou účinnost na:

1. jakost a čistota základního materiálu,
2. antikorozní vlastnosti základního nátěru,
3. malá propustnost pro ionty kyslíku a vody,
4. odolnost povlaku vůči atmosférickým vlivům,
5. adheze povlaku k podkladovému materiálu. [14]

5. Předúprava

Předúprava má zásadní vliv na životnost celého nátěru. Nejdůležitějším úkolem předúpravy je vytvoření odpovídající konverzní vrstvy, která bude zaručovat adhezi mezi vlastním povrchem a naneseným práškovým povlakem. Dalším úkolem je zvýšení protikorozní odolnosti lakovaného dílu. Předúpravu lze rozdělit na mechanickou a chemickou.

5.1. Mechanická předúprava

Úkolem mechanické předúpravy je odstranění mechanických nečistot ulpělých na povrchu dílu pocházejících z předchozích procesů výroby, z procesu svařování nebo jiného zpracování. Na povrchu výrobku mohou přetrvávat okuje, rez, struska a podobně, které je potřeba před provedením povrchové úpravy odstranit. [23]

5.1.1. Otryskání

Odstraňuje nečistoty, korozi, a hlavně zdrsňuje podklad, což výrazně zlepšuje přilnavost pro barvy, ale také náchylnost ke korozi. Přílišné zdrsnění je ovšem také nežádoucí, poté pak jsou vrcholky struktury tryskaného podkladu zakryty jen malou vrstvou barvy. Tryskací materiál je křemičitý písek, ocelové broky, sekaný drát, korund, ale mohou to být také drtě z ovocných pecek, plasty, sklo, struska. Jejich použití je různé, ale např. se nedoporučuje ocelový tryskací materiál k tryskání hliníku, protože by mohl nastartovat korozi hliníku. Pro otryskání hliníku je nejvhodnější korund a je možné použít i písek. Velikost částic tryskacího materiálu je 0,4 - 0,8 mm a používáním se zmenšuje. Proto jsou drobné částice oddělovány spolu s otryskaným odpadem v cyklonech. [23]

Jen pro srovnání, předúpravou kartáčováním lze dosáhnout životnosti nátěru 2,9 let, stejný nátěr, ale předupravený chemickým mořením pak umožní životnost 10 let, tryskání 11 let a více. [23]

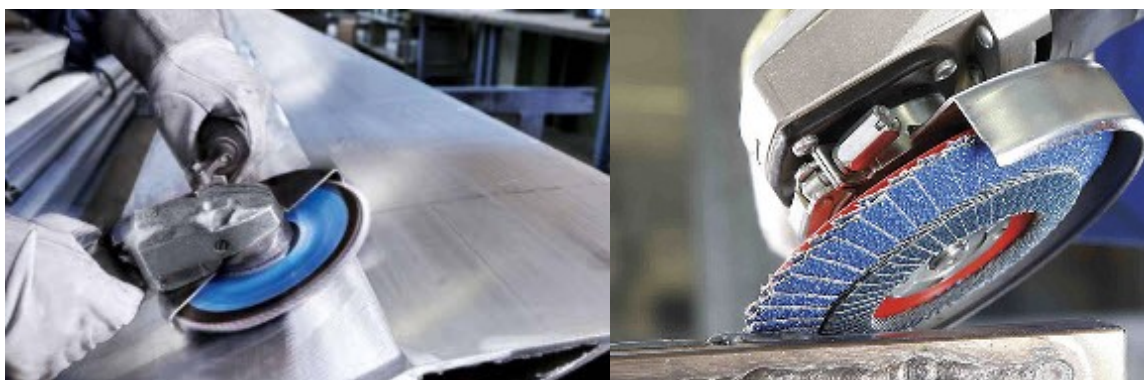


Obr. č. 5.1 - Příklad otryskávání [28]

5.1.2. Broušení

Je technologie obrábění, při níž je materiál ubírán tvrdým brusivem (práškem, kotoučem ap.) s množstvím nepravidelných a nahodile orientovaných břitů. Ruční broušení patří mezi nejstarší způsoby obrábění, strojové broušení se používá k obrábění kovů, keramiky, skla, ale také dřeva a umělých hmot.

Vlastní broušení obstarávají drobné částčky tvrdého materiálu, které se používají buď jako volné brusivo (prášek), případně v emulzi, nebo nalepené na pružnou podložku (smirkový papír, plátno), anebo spojené pevným pojivem. Brousit lze i ty nejtvrďší materiály a při strojovém broušení lze dosahovat vysoké přesnosti a velmi kvalitního povrchu. [30]



Obr. č. 5.2 - Příklady broušení [28]

5.1.3. Omílání

Je vhodné pro členité nebo drobné výrobky. Omílá se v bubnech nebo průběžně, používá se křemenný písek, ocelové broky nebo kamenné oblázky. Nejúčinnější omílací tělesa jsou korundová tělíska nebo plastová tělíska plněná abrazivem. Nutnou komponentou omílání je vhodný chemický přípravek, který převede částičky omletého materiálu do suspenze a čistí tak povrch výrobku i omílacích tělísek, nebo může také zároveň odrezovat či odmašťovat. [23]



Obr. č. 5.3- Příklad omílání [28]

5.1.4. Kartáčování

Kartáčováním se především sjednotí povrch součástí složitých tvarů a odstraní se oxidy vzniklé při broušení. U některých materiálů nebo tvarovaných součástí může být kartáčování vhodným zpracováním před dalším leštěním (např. hliníku, nerezavějící oceli apod.). Kartáčování může být prováděno ručně nebo strojově, kdy z povrchu odstraní hrubé nečistoty, ale není z povrchu odstraněna mastnota.



Obr. č. 5.4-Příklad kartáčování [28]

5.1.5. Opalování

Je použitelné u výrobků, které nepodléhají tepelným deformacím. Mastnoty se v ideálním případě spálí na pouhé plynné zplodiny, na povrchu výrobku většinou zbyde vrstvička amorfního uhlíku. Při vysokých teplotách se mohou mastnoty také vpálit do kovového povrchu, a jejich zplodiny jsou pak jen velmi těžko odstranitelné. Proto se při opalování doporučují nižší teploty a dodatečné odstranění vzniklého uhlíku. Pro odstranění lehkých nečistot je dostatečnou teplotou 300°C, pro těžší oleje až 700°C.

Tento způsob předúpravy se často využívá v případě potřeby odstranění poškozeného, starého, popřípadě špatně provedeného lakovaného povlaku. [23]

5.2. Chemická předúprava

5.2.1. Odmašťování

Odstraňuje takové nečistoty, jako je mastnota, prach, soli, kovové třísky a podobně. Je možné jej provádět mnoha způsoby, případně je vzájemně kombinovat. [23]



Obr. č. 5.5 - Znáznornění odmašťování povrchu [28]

5.2.2. Alkalické odmašťování

Používá se nejčastěji hydroxid sodný, nebo uhličitán sodný ve spojení se smáčedly (tenzidy) při koncentracích do 10% účinných látek, teplotě 40-70°C po dobu působení 1-20 minut. Celý postup závisí na stupni znečištění podkladu. Mastnota v roztocích emulguje, zmýdelňuje a má snahu se opět usazovat na hladině zásobních nádrží, ze kterých je potřeba ji odstraňovat. Účinnost odmašťování snižuje užití tvrdé vody. Tu lze upravit fosfáty, jako u pracích prášků. Při odmaštění ponorem, je důležité zajistit účinné proudění kapaliny, při postřiku zase to, aby se netvořila pěna, po obou těchto způsobech musí následovat oplach. [23]

5.2.3. Odmaštění organickými rozpouštědly

Tyto (hořlavé i nehořlavé) prostředky fungují tak, že mastnoty se v nich rozpouštějí a vzniká jejich roztok. Tato odmašťovadla se dají regenerovat destilací. Dnes jsou na trhu různé typy odmašťovadel, od technického benzínu, který ve spojení s ručním odmašťováním s pomocí tkaniny, jenž není příliš účinné (mastnota se rozmazává po výrobku) a je velmi neekologický, přes halogenované uhlovodíky užívané v mycích stolech, až po uzavřené systémy parních odmašťovačů, kde páry odmašťovadla kondenzují na výrobku, strhávají mastnotu, padají zpět do lázně a znovu se dokola destilují. [23]

5.2.4. Emulzivní odmaštění

Uspoří množství organických rozpouštědel a funguje tak, že současně nebo ihned po sobě na předmět působí organické rozpouštědlo (benzín, petrolej, ropné frakce) a vodná fáze

s emulgátory a smáčedly. Lze jej provádět ponorem i postřikem, je technologicky náročnější, protože emulze nejsou příliš stabilní a následně vznikají problémy s likvidací použitých emulzí a oplachových vod. [23]

5.3. Předúprava

Odmaštění je provedeno ve vysokotlakém odmašťovacím boxu v roztoku vody s fosfatizačním prostředkem. Jako Fe-fosfát je použit prostředek Duridine 3803 IT od firmy Henkel. Teplota odmašťovací kapaliny při odmašťování je v rozmezí 50 – 60°C, pracovním tlaku 2,5 KPa při koncentraci roztoku 1,25% celkového objemu. Fosfatizační roztok odstraňuje mastnotu a zároveň vytváří na povrchu modrožlutou vrstvu fosforečnanu železnatého. Povlak fosforečnanu na povrchu výrobku zabraňuje zrezivění. [22]



Obr. č. 5.6 - Kombinovaný oplachovací a sušící box [22]

6. Popis zařízení

Základní částí odmašťovací linky je pojízdný stříkací box. V boxu je zabudována sada trysek, kterými se přivádí do pracovního prostoru odmašťovadlo. Trysky jsou rozmístěny tak, aby výrobky byly omývány ze všech stran, a tím bylo zajištěno jejich dokonalé odmaštění. Pro ostřík zespodu jsou v zachytivé vaně umístěny dvě sady trysek, které jsou součástí pevného rámu. Kabina pojíždí v kolejnicích mezi dvěma pracovními polohami. Přesouvání kabiny do krajních poloh provádí obsluha ručně. [22]



Obr. č. 6.1 - Vnitřní prostory splachovací komory v provozu [22]

Vzorky jsou tlakově očišťovány po dobu 6ti minut ve fosfatizační lázni v přípravku Duridine 3803 IT, následuje 3 minutové omývání čistou vodou a dále 3 minutové oplachování demineralizovanou vodou s následnou kontrolou oplachu. [22]

Výhodou tohoto způsobu úpravy povrchu je ekologická nezávadnost procesu, jelikož celé pracoviště pracuje s uzavřeným oběhem fosfatizačního prostředku i čisticích vod. Při

výměně vody v oběhu, je voda před vypuštěním vyčištěna v přílehlé čističce a zkontrolována laboratorními rozbory. [22]

6.1. Duridine 3803 IT

Je tekutý kombinovaný odmašťovač s fosfatizačními účinky, je jednosložkový, určený především na železný materiál. Duridine 3803 IT vytváří na ošetřovaném povrchu amorfni fosfátovou vrstvu, převážně složenou z fosforečnanů železnatých a je excelentním základem pro zakotvení laků při lakování tekutém, práškovém nebo elektrolytickém. Při správném použití výrobku následuje kontinuální oplach čistou vodou, a když je to možné, finální oplach demineralizovanou vodou. [22]

Duridine 3803 IT běžně používáme postřikem ve dvou nebo více krocích, dle následujících pracovních podmínek:

- Koncentrace: 10 ÷ 20 g/l
- Bodovitost: 5 ÷ 11
- pH 4 ÷ 5,5
- Teplota 40 ÷ 60°C
- Doporučená doba 2 ÷ 3 min.
- Tlak 1 ÷ 2 atm. [22]



Obr. č. 6.2 - Zásobníkové nádrže pro mycí box [22]

6.2. Sušení

Sušení výrobku probíhá v samotném oplachovacím boxu proudem horkého vzduchu o teplotě 80-90°C po dobu 20 minut. Tento způsob zaručuje předepsané vysušení a zároveň odpadá nutnost využívání dalšího zařízení i další manipulace s výrobky. [22]

6.3. Nanášení práškové barvy

Pro lakování vzorků byla zvolena barva PURÁL (BL5LXX) od společnosti EUROPOLVERI. Jedná se termoseptickou práškovou barvu na bázi polyesterových nasycených karboxylových pryskyřic a tvrdidel bez obsahu TGIC ve stochiometrickém poměru pigmentu a interních plniv. Nanášení se provádí ze vzdálenosti 20cm od povrchu výrobku pomocí elektrokinetického zařízení Jevan-Prsten 091. [27]



Obr. č. 6.3 - Příklad nanášení práškové barvy

6.4. Vytvrzování barvy

Vytvrzování (vypalování) barvy je prováděno v elektrické peci DMP 40G společnosti H+V Grygorov při teplotě 180°C po dobu 20ti minut. Obecně lze dobu vypalování stanovit dle pravidla 20 minut + 3 minuty za každý mm síly stěny výrobku. Pro 3 mm plech by byla doba vypalování 26 minut. [22]

DMP 40 G			
Příkon	40 kW	Tlak	1,8 MPa
Napětí	231 V	Hmotnost	5,3 t
Elektrický příkon	100 VA	Prostředí	Normální

Tab. č. 6.1 - Parametry pece DMP 40 G [22]

6.5. Možné příčiny vad

V následujících tabulkách (tab. č. 6.2 a 6.3) jsou uvedeny zobecněné druhy vad vzniklé při výrobě práškových povlaků, možné příčiny a nejčastější způsoby jejich řešení. V některých případech, má jeden problém několik příčin a několik možných řešení v návaznosti na danou příčinu.

Problém	Možné příčiny	Řešení
Krátery v hotovém povlaku (až k podkladu)	Špatně odmaštěný nebo očištěný povrch.	Zlepšit předúpravu.
	Špatně opláchnutý podklad.	Zkontrolovat čistotu oplachové vody a zajistit čistou vodu.
	Slabá nebo znečištěná lázeň.	Doplnit nebo vyměnit za novou.
	Povrch po předúpravě nebyl vysušen.	Zvýšit teplotu sušící pece, nebo prodloužit čas sušení.
	Porézní materiál výrobku (nebo svary).	Použít speciální barvy.
	Znečištění povrchu silikonem.	Vyloučit silikon z celého zpracování výrobku.
	Smíchání prášku s jiným typem.	Používat originální prášek /vyčistit nanášecí zařízení.
	Nedostatečně čistý vzduch (ve vzduchu je obsažen olej, voda).	Kontrola účinnosti vzduchových filtrů, jejich oprava nebo výměna.
	Málo vysušený tmel pod práškem.	Tmel dostatečně vytvrdit nebo použít jiný typ tmelu.
	Vadná prášková barva.	Kontaktovat dodavatele prášku.
Dolíky v hotovém povlaku (ne až k podkladu)	Velmi vysoké napětí při elektrostatické aplikaci.	Snížit nabíjení nebo zvětšit vzdálenost pistolí.
	Velká tloušťka barvy.	Aplikovat menší tloušťky.
Barevné tečky na povlaku	Smíchání s jiným odstínem.	Vyčistit zařízení. Použít originální barvu. Kontaktovat dodavatele prášku.
	Nedostatečně vyčištěné zařízení (kabina, hadice, zásobník, pistole).	Vyčistit zařízení. Při recyklaci prášků, nevyužívat jedny filtry pro více odstínů.
	Kontaminace během vypálení.	Nevypalovat více odstínů v peci najednou.
Nečistoty na hotovém povlaku	Nečistoty na výrobku před lakováním.	K očištění využívat jen vhodné tkaniny, na broušený povrch raději žádné. Povrch před lakováním ofoukat vzduchem. Kontrola čistoty oplachu. Nevířít prach v lakovně, udržovat čistotu.
	Nečistoty napadané na výrobek z dopravníku.	Vyčistit celé zařízení. Nevířít prach v okolí dopravníku.
	Nečistoty v zařízení.	Vyčistit celé zařízení. Zjistit zdroj kontaminace.
Drobné kopečky (hrudky) prášku na povrchu	Hrudky vzniklé v zařízení.	Upravit tlaky prášek/vzduch. Vyměnit opotřebené díly zařízení. Vadné čerpadlo pod cyklonem.
	Hrudky vzniklé vlhkostí.	Používat prášek temperovaný na teplotu lakovny. Skladovat dle doporučení výrobce a při skladování zabránit častému střídání teplot.
	Vysoký podíl jemných částic.	Zmenšit podíl vráceného prášku. Kontaktovat dodavatele prášku.
	Hrubé částice v prášku.	Kontaktovat dodavatele prášku.
Odstín na výrobku není všude stejný	Rozdílné teploty při vypalování.	Změnit zavěšení výrobku nebo nastavení. Rozváděcích klapek vzduchu v peci. Konzultovat s dodavatelem prášku.
	Rozdílné tloušťky materiálu na jednom kuse.	Vypalovat na nižší teplotu delší čas. Konzultovat s dodavatelem prášku.

Tab. č. 6.2 - Nejčastější vady a jejich řešení [5]

Problém	Možné příčiny	Řešení
Odstín je nažloutlý nebo nahnědlý	Vysoká teplota vypalování	Snížit teplotu podle doporučení výrobce. Při zastavení dopravníku s výrobky v peci zastavit topení pece. Konzultovat s dodavatelem prášku.
Hotový povlak je křehký, praská po lehkém úderu	Málo vytvrzená barva	Upravit teplotu podle doporučení výrobce. Konzultovat s dodavatelem prášku.
	Vysoká tloušťka barvy	Aplikovat menší tloušťky barvy.
	Nevhodná kombinace barvy a materiálu výrobku	Konzultovat s dodavatelem prášku.
Hotový povlak se odlupuje, je pružný, ale nedrží s podkladem	Špatná nebo nedostatečná předúprava	Kontrola odmaštění a výměna nebo úprava odmašťovací lázně. Změna technologie odmaštění. Konzultace s dodavatelem prášku.
	Podkorodování nátěru	Lakovat jen čisté, odmaštěné výrobky.
Hotový povlak vykazuje efekt „tzv. pomerančové kůry“	Velká vrstva prášku	Dodržovat vrstvy do 100 µm.
	Malá vrstva prášku	Dodržovat vrstvy nad 60 µm.
	Pomalý náběh teplot při vypalování	Upravit teplotu vypalování nebo rychlost dopravníku. Konzultovat s dodavatelem prášku.
	Efekt zpětné ionizace při elektrostatické aplikaci	Snížit nabíjení nebo zvýšit vzdálenost pistole od výrobku.
	Typ práškové barvy	Konzultovat s dodavatelem prášku.
Hotový povlak stéká např. na hranách	Velká vrstva prášku	Aplikovat menší vrstvu.
	Příliš rychlý náběh teplot	Upravit teplotu vypalování. Konzultovat s dodavatelem prášku.
Vzhled hrubé struktury není podle očekávání	Struktura je příliš jemná	Aplikovat větší vrstvy prášku, alespoň o síle 80 µm. Zvýšit rychlost náběhu teplot při vytvrzování.
	Struktura je příliš slitá a nevýrazná	Zmenšit aplikovanou vrstvu prášku.
	Struktura není na výrobku stejnorodá (na stejně silných materiálech)	Aplikovat na celém výrobku stejnoměrnou vrstvu barvy.
Z povlaku se otírá pigment	U barevných odstínů	Snížit vypalovací teplotu. Konzultovat s dodavatelem prášku.
	U metalických odstínů s hliníkovým pigmentem	Po nalakování manipulovat s výrobkem velmi obezřetně. Přelakovat vrstvou bezbarvého laku. Konzultovat s dodavatelem prášku.
Hotový povlak je měkký, lehce se poškrábe	Nedostatečné vytvrzení barvy	Zvýšit teplotu nebo čas vytvrzování.
	Nevhodný typ barvy, např. příliš lesklý povlak	Konzultace s dodavatelem prášku.
Lesklý povrch není lesklý	Nedopálená barva	Zvýšit teplotu nebo čas vypalování. Vložit výrobky do pece ještě jednou.
Podklad prosvítá přes povlak práškové barvy	Malá vrstva barvy	Zvýšit nanášenou vrstvu.
	Přepálení u některých odstínů	Upravit podmínky vypalování. Konzultace s dodavatelem prášku.
	Nevhodný typ barvy	Konzultace s dodavatelem prášku.

Tab. č. 6.3 - Nejčastější vady a jejich řešení [8]

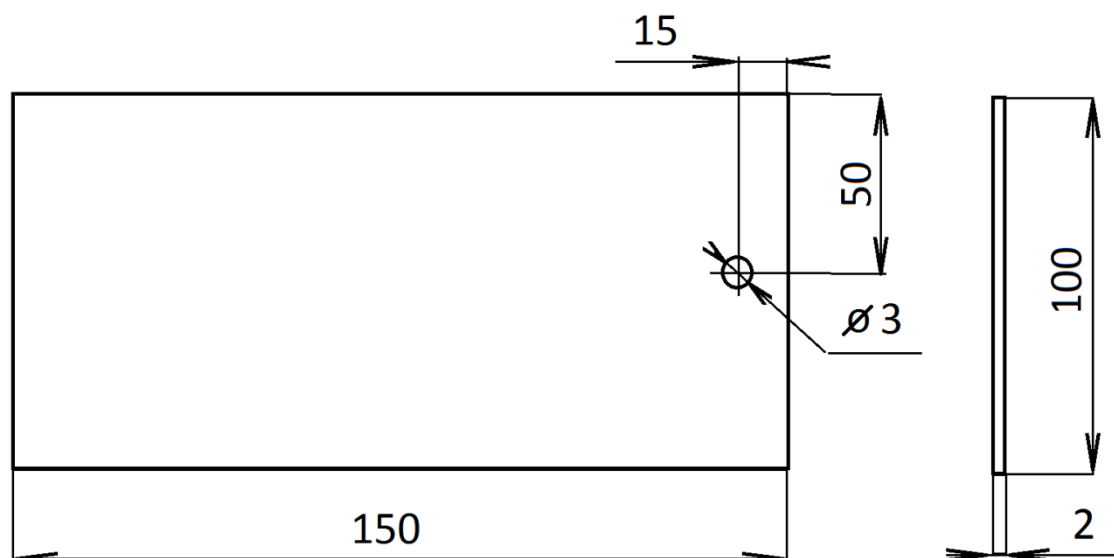
7. Metodika experimentálních prací

Experiment je složen z předúpravy, nalakování a vytvrzení vzorků. Jednotlivé vzorky se snaží porovnat faktory ovlivňující konečné vlastnosti zhotoveného povlaku práškové barvy.

1. Podkladový materiál pro aplikaci práškové barvy se bude od sebe lišit různým provedením předúpravy:
 - a) Ocelové vzorky s fosfátovou vrstvou vyloučenou dle předepsaného technologického postupu.
 - b) Ocelové vzorky špatně odmaštěné, ostatní postup fosfátování dle předepsaného technologického postupu.
 - c) Ocelové vzorky s fosfátovou vrstvou dle předepsaného postupu, ale špatně vysušené – nedodržení předepsané teploty vysušování.
 - d) Ocelové vzorky dle technologického postupu, s nedodržením předepsaného procesu oplachování – jeden oplach místo dvou.
2. Stanovení vlhkosti váhovou metodou u špatně vysušeného substrátu
3. Aplikace práškové barvy metodou elektrostatického nanášení [16]
4. Hodnocení kvality povlaku před a po korozní zkoušce ISO EN 9227 [10]
 - a) Měření tloušťky povlaku (včetně fosfátové vrstvy) EN ISO 2808 [11]
 - b) Přílnavost – mřížková zkouška ISO EN 16276-2 [12]
 - c) Přílnavost - zkouška odtrhu ISO EN 16276-1 [13]
 - d) Hodnocení degradace po korozní zkoušce - puchýřkování ISO EN 4628 - 2 [7]
 - e) Hodnocení degradace po korozní zkoušce – praskání ISO EN 4628 – 4 [8]
 - f) Hodnocení degradace po korozní zkoušce – odlupování ISO EN 4628 – 5 [9]

8. Popis a výsledky experimentálních prací

Vzorky, na kterých bude experimentální část práce prováděna, jsou z ocelového plechu S355J2 (10 577), maximální obsah 0,2% uhlíku a CEV maximální 0,45%, o rozměrech 100 x 150 x 1 mm. Povrch vzorků nebyl nijak upravován ani pozměněn. Vzorek byl dodán rovnou z výroby, kdy nebyl nadměrně znečištěn ani nenesl známky koroze. Jelikož bylo prováděno nanášení práškové barvy ruční pistolí, mohou se jednotlivé vrstvy Komaxitu lišit u jednotlivých předúprav, ale i mezi jednotlivými vzorky stejné předúpravy. Na všechny vzorky byla použita stejná barva RAL 9005 (NCS S 9000-N)



Obr. č. 8.1 - Náskres rozměrů vzorků

8.1. Povrch vzorku 1

U prvního vzorku je proveden nedostatečně oplach povrchu, kdy není dodržen postup stanovený výrobcem. Jmenovitě není dodržena předepsaná teplota oplachové látky Duridine 3803 IT, kdy oplach je prováděn při nižší teplotě 25-30°C. Následně jsou provedeny oba dva oplachy a řádné vysušení povrchu. Dále je provedeno předepsané nanesení práškové barvy a její vytvrzení ve vypalovací peci.

U uvedeného povrchu zkoumáme, jaký bude mít vliv špatné provedení a nedostatečné nanesení fosfátové podkladové vrstvy na užité vlastnosti Komaxitu.

8.2. Povrch vzorku 2

V druhém případě je, dle výrobce, provedena dobře očista povrchu od mastnot a jiných nečistot, stejně tak i předepsané oba dva oplachy. Následně vzorek volně osychá ve vnitřních prostorách výrobní haly. Po oschnutí je provedeno nanesení práškové barvy a následné vytvrzení barvy v peci.

U uvedeného povrchu zkoumáme, jaký bude mít vliv nevysušení fosfátové vrstvy na výsledný povlak Komaxitu.

8.3. Povrch vzorku 3

U třetího vzorku bude postupováno dle doporučení výrobce – bude se ve své podstatě jednat o kontrolní vzorek povrchové předúpravy. Vzorek je oplachován přípravkem Duridine 3803 IT po dobu 6 minut při tlaku 2,5 atm.. Dále je ochlazován a oplachován 3 min. vodou a následně oplachován 3 min. demineralizovanou vodou, při níž dojde k pasivaci jeho povrchu. Následně po dobu až 10 min. probíhá sušení vzorku při teplotě 80-90°C. Doba sušení vzorku byla zvolena dle doporučení výrobce s ohledem na jednoduchý povrch jednotlivých vzorků.

8.4. Povrch vzorku 4

U posledního vzorku je dobře provedena povrchová očista vzorku od mastnot a nečistot, dle specifikací výrobce. Následně je provedeno pouze první opláchnutí a ochlazení povrchu vzorku. Druhý pasivační oplach není proveden. V následujícím kroku je vzorek ponechán po dobu 8 hod. působení vzdušné vlhkosti. Poté je na vzorek nanесena prášková barva a dle doporučení výrobce tento je vytvrzen ve vypalovací komoře.

U uvedeného povrchu je předpoklad, že pokud nebude povrch stabilizován, může dojít k nasáknutí atmosférické vlhkosti do nově vyrobeného povlaku fosfátu, může dojít k ovlivnění jeho vlastností při další výrobě.

8.5. Značení jednotlivých vzorků

Provedení vzorku 1 po výrobě, bez úprav je označen 1.1.. Vzorek z korozní komory vyndán po 144 hod. – 1A. Vzorky z korozní komory vyjmuté po 264 hod. – 1B, 1C.

Provedení vzorku 2 po výrobě, bez úprav je označen 2.1.. Vzorek z korozní komory vyndán po 144 hod. – 2A. Vzorky z korozní komory vyjmuté po 264 hod. – 2B, 2C.

Provedení vzorku 3 po výrobě, bez úprav je označen 3.1.. Vzorek z korozní komory vyndán po 144 hod. – 3A. Vzorky z korozní komory vyjmuté po 264 hod. – 3B, 3C.

Provedení vzorku 4 po výrobě, bez úprav je označen 4.1.. Vzorek z korozní komory vyndán po 144 hod. – 4A. Vzorky z korozní komory vyjmuté po 264 hod. – 4B, 4C.

9. Měřicí přístroje a použité postupy měření

9.1. Vizuální hodnocení

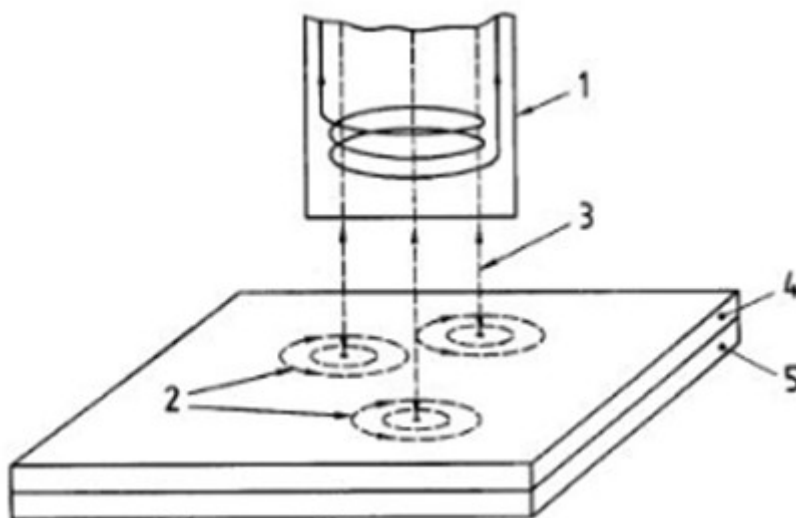
Nejjednodušším způsobem hodnocení lakovaných povrchů je vizuální vyhodnocení nanesené barvy. Uvedený způsob hodnocení je značně subjektivní, ale jelikož nejsou nutné k danému hodnocení žádné přístroje, je jeden z nejrozšířenějších a to i v ostatních odvětvích výroby. Pro hodnocení stačí vizuální kontrola daného povrchu. [16]

Vizuálně mají všechny vzorky stejný vzhled povrchu. Tento je hladký, bez známek změny struktury, změn barvy nebo odstínu. V laku se nenacházejí žádné praskliny, či místní změny síly lakované vrstvy (výstupky, puchýře anebo prohlubně). Celkový povrch Komaxitu je jednolitý a vizuálně shodný. [16]

9.2. Měření tloušťky

Norma ČSN EN ISO 2808 popisuje metodu nedestruktivního měření tloušťky nevodivých povlaků na nemagnetických elektricky vodivých (obvykle kovových) podkladových materiálech pomocí přístroje měřícího vířivé proudy, využívá se změny amplitudy.

Vzhledem k jednoduchosti měření, je možné toto provádět jak v laboratořích, tak především i ve výrobě. Měřený povrch není nutné nijak upravovat nebo opravovat, postačí pouze očištění povrchové vrstvy od nečistot a mastnoty. [11]



Obr č. 9.1- Schématické znázornění vzniku vířivých proudů v kovovém vodiči [11]

Popisky k obrázku č. 9.1

1. Snímač (obsahuje zároveň generátor vířivých proudů)
2. Vířivé proudy vytvořené v kovovém vodiči magnetickým polem
3. Oscilující elektromagnetické pole vytvořené snímačem
4. Měřený povlak
5. Podkladový materiál [11]

U tenkých povlaků je nejistota měření (v absolutních hodnotách) konstantní, závisí na tloušťce povlaku a pro jednotlivá měření je nejméně $0,5 \mu\text{m}$. U povlaků silnějších více než $25 \mu\text{m}$ je nejistota závislá na tloušťce povlaku a je přibližně konstantním zlomkem tloušťky povlaku. Z výše uvedených důvodů je pro vyhodnocení nutné vzít průměr z několika měření. [11]



Obr. č. 9.2 - Měřicí přístroj Elcometr [17]

Statistické údaje na displeji:

n	–	počet měření
x	–	průměr
Lo	–	nejnižší naměřená hodnota
Hi	–	největší naměřená hodnota
σ	–	směrodatná odchylka [11]

Značení vzorku	X	Lo	Hi	6	Cv	Doba v korozní komoře
1.3	73,17	64,3	81,8	5,57	7,16	0
2.3	56,48	45,2	72,2	9,70	17,2	0
3.3	83,82	77,6	90,4	4,46	5,3	0
4.3	77,4	63,6	93,9	9,95	12,9	0
1A	59,19	53,5	63,5	2,85	4,8	144
2A	59,39	49,3	74,1	7,03	11,0	144
3A	61,86	50,9	70,6	5,55	9,0	144
4A	70,55	61,2	86,8	8,21	11,8	144
1B	87,75	74,1	99,6	7,58	8,6	264
2B	70,51	61,2	73,4	3,59	5,1	264
3B	57,34	46,6	57,34	5,3	9,2	264
4B	83,44	65,3	94,9	10,4	12,4	264
1C	72,83	66,5	77,6	3,56	4,9	264
3C	84,72	79,6	94,3	4,63	5,5	264
2C	69,46	65,1	76,5	3,65	5,3	264
4C	83,41	74,8	99,0	6,82	8,2	264

Tab. č. 8.1. Naměřené hodnoty [11]

9.3. Mřížková zkouška

Uvedenou zkoušku upravuje norma ČSN EN ISO 2409. Popsanou metodu lze použít jako zkoušku vyhovuje/nevyhovuje, nebo za příslušných podmínek jako šestistupňovou klasifikační zkoušku. U více vrstveného nátěrového systému ji lze použít pro hodnocení odolnosti k oddělování jednotlivých vrstev nátěru od sebe. Je vhodná pro laboratorní i provozní podmínky. Tato metoda není určena pro měření přilnavosti a není vhodná pro povlaky s celkovou tloušťkou větší než 250 μm nebo pro nátěry či povlaky s texturou. [12]

Principem zkoušky je vyřezat do nátěru mřížku, která se skládá z pravoúhlých řezů. Jednotlivé řezy musí projít nátěrem až k povrchu. Potom se místo řezu očistí kartáčem a přiloží se adhezivní páska, která se následně odtrhne. Kvalita nátěru se hodnotí podle stupně poškození vzniklého odtržením adhezivní páskou. [12]

Některé případy vyžadují kromě očištění kartáčem, ještě odtrhnutí zbylých políček pomocí adhezivní pásky. Páska se přiloží na povrch ve směru jedné řezů a odtrhne se. Kvalita nátěru se hodnotí podle stupně poškození vzniklého odtržením adhezivní pásky. [12]

Nože pro mřížkovou zkoušku jsou určeny pro měření přilnavosti a křehkosti již vytvrzených laků nebo nátěrů. Pomocí nožů se vyřezou čtvercové (dle ISO) nebo kosočtvercové políčka mřížky, které se následně očistí tvrdým kartáčem. Mřížka provedená nožem musí být vyříznuta až na podklad! Následně porovnáme zbylá políčka dle tabulky uvedené v normě. [12]



Obr. č.9.3 - Zkušební sada Elcometer 107 [17]

Zkušební sada Elcometer 107 se skládá z řezného nástroje, lupy, štětečku a samolepící pásky s přesně definovanými lepivými vlastnostmi. [12]

Tloušťka nátěru	Typ podkladu	Rozteč řezáků	Počet řezáků
0 – 60 mm	tvrdý	1 mm	6
0 – 60 mm	měkký	2 mm	6
61-120 mm	měkký / tvrdý	2 mm	6
121 – 250 mm	měkký / tvrdý	3 mm	6

Tab. č. 9.1- Parametry řezného nástroje [12]

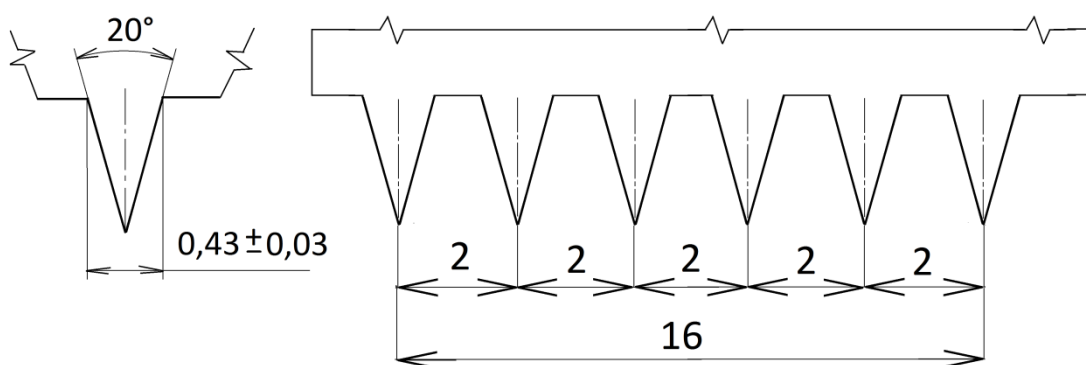
Pro tloušťky povlaku 61 až 120 μm , měkké a tvrdé podklady, norma definuje vzdálenost řezných hran 2 mm. Aby bylo možné porovnat jednotlivé předúpravy, byly pro porovnání vybrány vzorky odpovídající danému rozmezí. [12]

9.3.1. Řezný nástroj

Řezný nástroj má přesně definovanou geometrii řezné části. Ostří nástroje (*Obr. č. 9.4*) je složeno z šesti řezných ostří, jejichž detail je uveden na (*Obr. č. 9.5*) a dvou vodících hran. Vzdálenost jednotlivých řezů je definována normou podle tloušťky povlaku a typu podkladu. [12]



Obr. č. 9.4 - Řezný nůž a příklad břitu [12]



Obr. č. 9.5 - Příklad rozložení řezného nástroje [12]

9.3.2. Samolepící páska

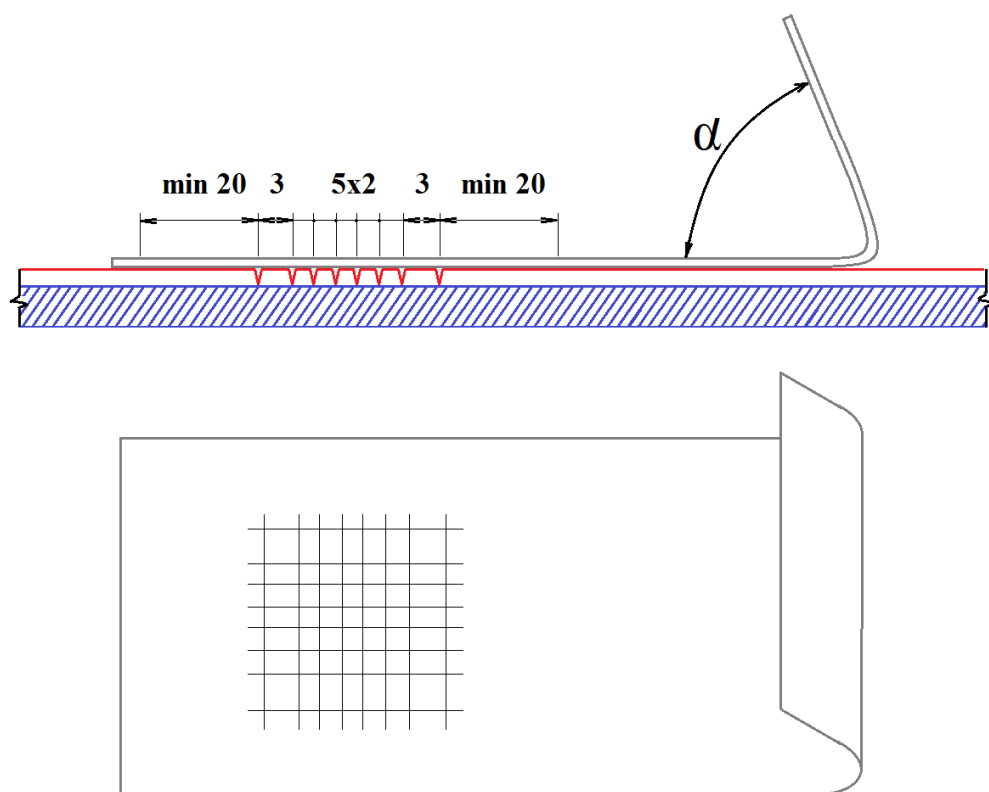
U samolepící pásky je normou stanovena její přilnavost mezi 6 N a 10 N při šířce pásky 50 mm. Zároveň je doporučena lepicí páska průhledná. [12]



Obr. č. 9.6- Příklad lepicí pásky (norma předepisuje šířku 50mm) [12]

9.4. Provedení zkoušky

Pro provedení zkoušky, musí být zajištěny následující podmínky. Vzorek musí být rovný, nedeformovaný, s rozměry minimálně 100 x 150 mm. Dle normy ISO EN 2808 provedeme změření tloušťky zkoušeného povlaku k zjištění rozměrů řezného nástroje. [12]



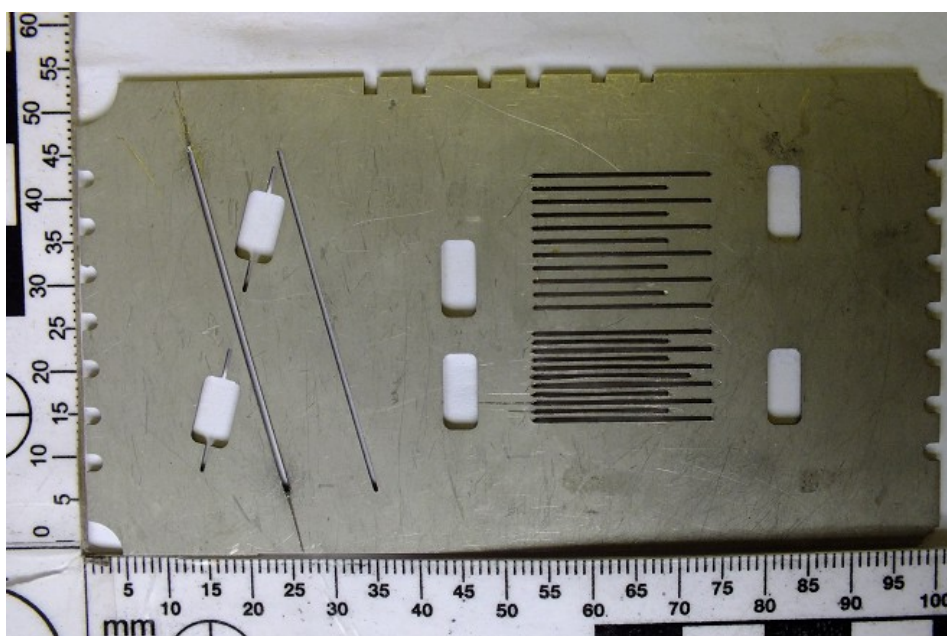
Obr. č. 9.7- Náskres provedení mřížkové zkoušky

Při řezání svírá nástroj s povrchem zkoušeného vzorku úhel 90° . K povrchu je nutné řezný nástroj tlačit dostatečnou silou, aby bylo zajištěno proříznutí povlaku až na základní povrch podkladového materiálu. Velikost řezů je volena s ohledem na velikost zkoušeného vzorku. Následně pootočíme nástroj o 90° a provedeme řezy tak, aby vznikla mřížka. Vzniklé spáry a mřížku opatrně očistíme od uvolněných částec pomocí přiloženého štětečku. Následně odřízneme 75 mm dlouhý pásek lepicí pásky. Střed pásky umístíme na mřížku rovnoběžně s jednou řadou řezů. Pásku následně v místě mřížky uhladíme prstem tak, aby mřížka byla překryta páskou minimálně o 20 mm. Vyčkáme po aplikaci pásky 4 minuty a následně provedeme odtržení pásky za volný konec pod úhlem $\alpha = 60^\circ$ v rychlosti 0,5 s až 1 s. Vyhodnocení probíhá dle tab. č. 9.2.[12]

9.5. Křížový řez

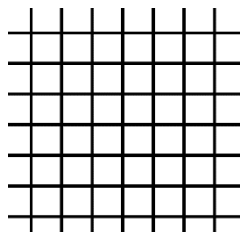
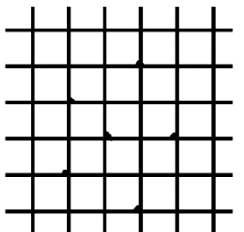
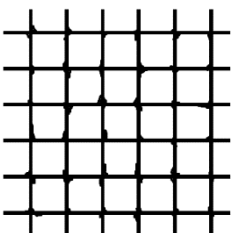
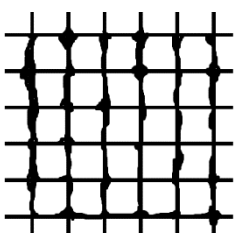
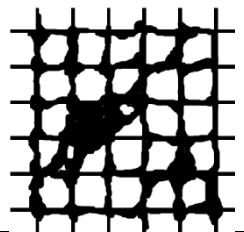

Uvedenou zkoušku upravuje taktéž norma EN ISO 16276 - 2. Nástrojem s jedním ostrím se nátěrem vede řez ve tvaru „X“. Každý řez musí být 40 mm dlouhý. Úhel, který oba řezy svírají, musí být v rozmezí 30° až 45°. Lepicí páska (shodná s páskou pro mřížkovou zkoušku) se pevně přitiskne na řezy, nechá se 4 - 5 minut ustát a následně se odtrhne. Hodnocení se stanoví prohlídkou a probíhá dle klasifikační tabulky (viz tab. č. 9.3).

Pro jednodušší zhotovení řezů, dodržení předepsaného úhlu a délky, lze použít pro obě zkoušky přípravku zobrazeného na obr. č. 9.8 s tím, že pro výrobu řezů bude použit jednobřitý řezný nástroj. [12]



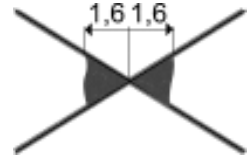
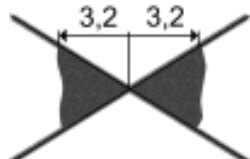

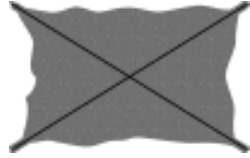


Obr. č. 9.8 - Přípravek pro mřížkovou zkoušku [17]

Klasifikační tabulky dle ISO EN 16276 - 2.

Klasifikace	Popis	Vzhled povrchu poškozené mřížky
0	Hrany řezů jsou zcela hladké, žádný čtverec mřížky není poškozen.	
1	V místech křížení řezů jsou malé kousky povlaku odloupnuty. Poškozená plocha je menší než 5%.	
2	Nátěr je/může být nepatrně poškozen podél řezů a jejich křížení. Povrch mřížky smí být poškozen o více jak 5% a méně než 15% celkové plochy mřížky.	
3	Nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran, částečně nebo celý, na různých místech mřížky. Poškození mřížky je větší než 15%, ale menší než 35%.	
4	Na nátěru jsou velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny. Plocha mřížky je poškozena z více jak 35%, ale méně než z 65%.	
5	Změny, které jsou větší než u stupně č. 4	

Tab. č. 9.2 - Klasifikace výsledků mřížkové zkoušky [12]

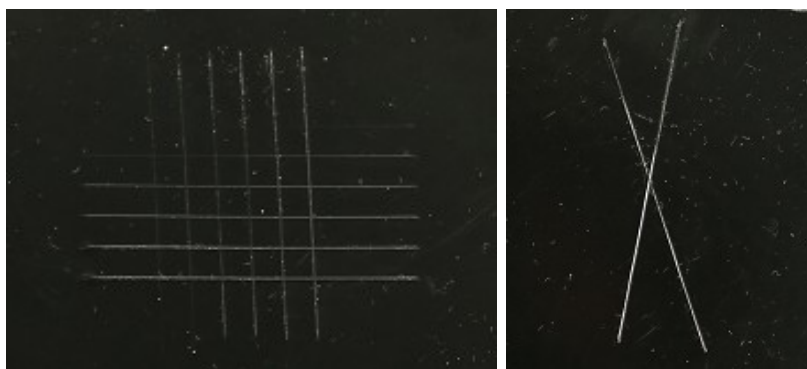
Klasifikace	Popis	Vzhled povrchu křížového řezu
0	Žádný odlup	
1	Nepatrný odlup podél řezů	
2	Odlup podél řezu, v ploše maximálně do vzdálenosti 1,6 mm od křížení řezů	
3	Odlup podél řezu, v ploše maximálně do vzdálenosti 3,2 mm od křížení řezů	
4	Odstranění povlaku z většiny plochy mezi řezy	
5	Odstranění povlaku i mimo plochu křížového řezu	

Tab. č. 9.3 - Klasifikace výsledků křížovým řezem [12]

Značení vzorku	Doba v korozní komoře [hod]	Mřížková zkouška	Zkouška křížovým řezem
1A	144	0	1
2A	144	0	1
3A	144	0	1
4A	144	0	1
1B	264	5	5
2B	264	1	1
3B	264	0	1
4B	264	1	5
1C	264	5	4
2C	264	1	2
3C	264	0	1
4C	264	5	2

Tab. č. 9.4 - Vyhodnocení mřížkové zkoušky a křížového řezu

9.6. Vyhodnocení mřížkové a křížové zkoušky



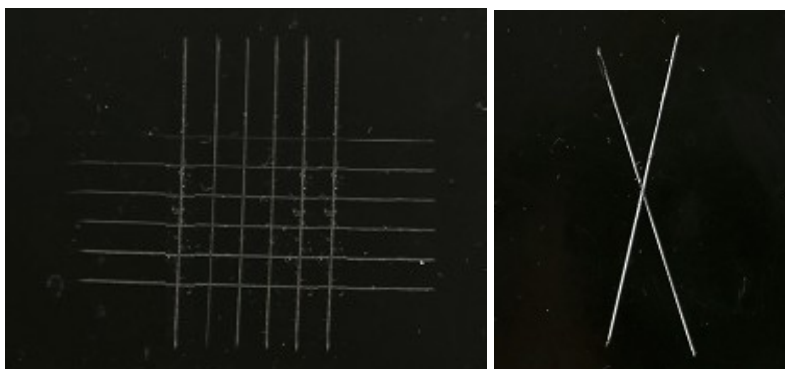
Obr. č. 9.9 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 1A

Při zkoušce mřížkou nedošlo k žádnému poškození v okolí řezů, tudíž mřížku hodnotím stupněm 0. Při křížové zkoušce došlo k nepatrnému odlupu povlaku v okolí řezů a tudíž zkoušku hodnotím stupněm 1.



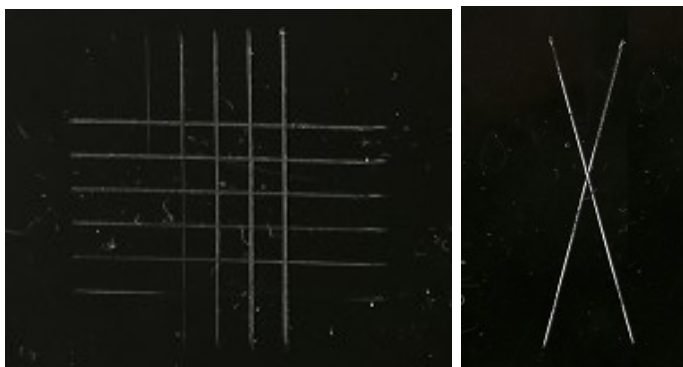
Obr. č. 9.10 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 2A

Při zkoušce mřížkou nedošlo k žádnému poškození v okolí řezů, tudíž mřížku hodnotím stupněm 0. Při křížové zkoušce došlo k nepatrnému odlupu povlaku v okolí řezů a tudíž zkoušku hodnotím stupněm 1.



Obr. č. 9.11 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 3A

Při zkoušce mřížkou nedošlo k žádnému poškození v okolí řezů, tudíž mřížku hodnotím stupněm 0. Při křížové zkoušce došlo k nepatrnému odlupu povlaku v okolí řezů a tudíž zkoušku hodnotím stupněm 1.



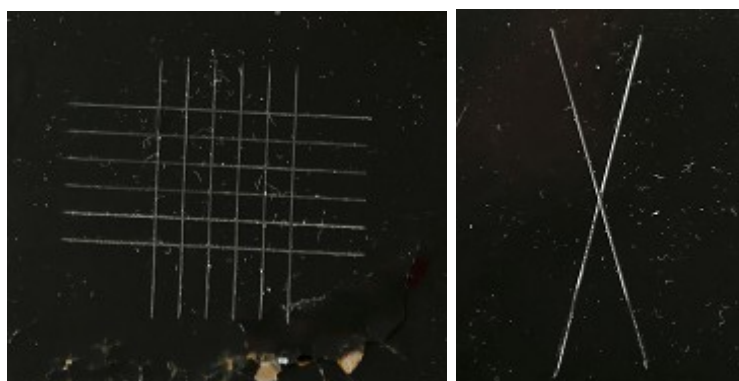
Obr. č. 9.12 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 4A

Při zkoušce mřížkou nedošlo k žádnému poškození v okolí řezů, tudíž mřížku hodnotím stupněm 0. Při křížové zkoušce došlo k nepatrnému odlupu povlaku v okolí řezů a tudíž zkoušku hodnotím stupněm 1.



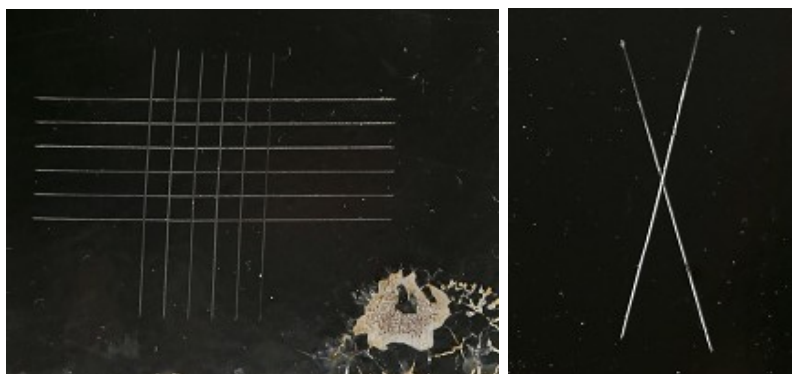
Obr. č. 9.13 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 1B

Při zkoušce křížovým řezem byl znatelně poškozen lak, kdy došlo k odtrhu Komaxitové vrstvy ve větší délce než je délka řezů, a tudíž zkoušku hodnotím stupněm 5. Održená Komaxitová vrstva zasahovala až do prostoru křížových řezů, kdy byla odtržena i část mřížky, z tohoto důvodu nebyl vlastní odtrh proveden a zkouška byla hodnocena stupněm 5.



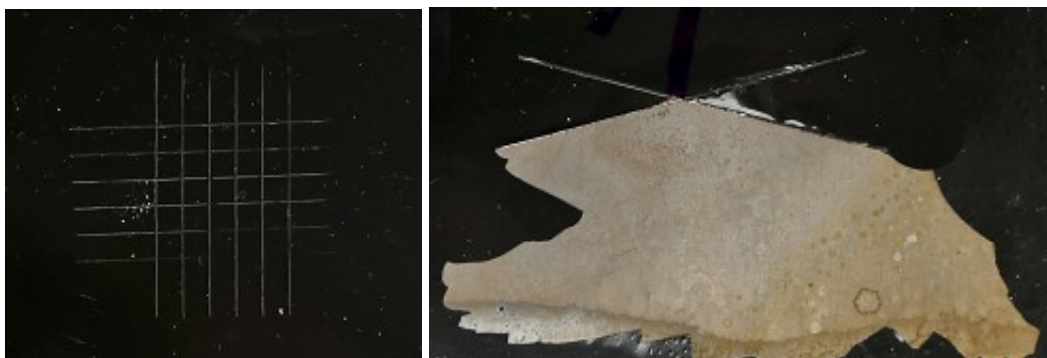
Obr. č. 9.14 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 2B

Při zkoušce mřížkou došlo k mírnému odlupu povlaku v křížení řezů, tudíž mřížku hodnotím stupněm 1. Při křížové zkoušce došlo k nepatrnému odlupu povlaku v okolí řezů a tudíž zkoušku hodnotím stupněm 5.



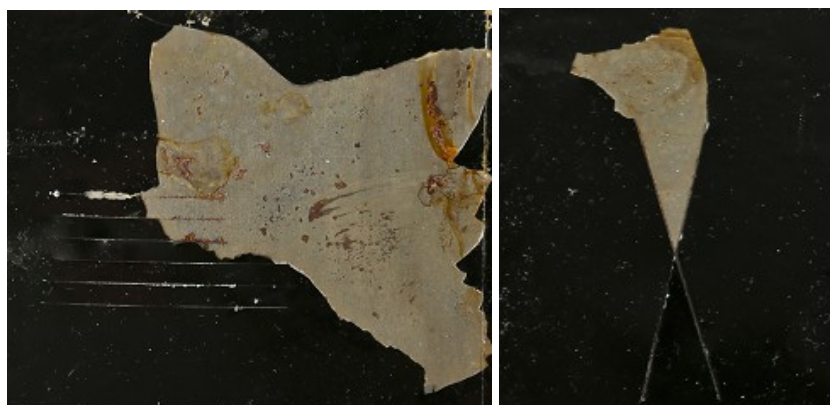
Obr. č. 9.15 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 3B

U daného vzorku proběhl jak křížový řez, tak i mřížková zkouška bez poškození vrstvy Komaxitu v okolí lakované části a daly by se obě zkoušky vyhodnotit stupněm 0. Ale při mřížkové zkoušce došlo k odloupenutí části Komaxitové vrstvy, která zůstala přilepena ke zkušební pásce.



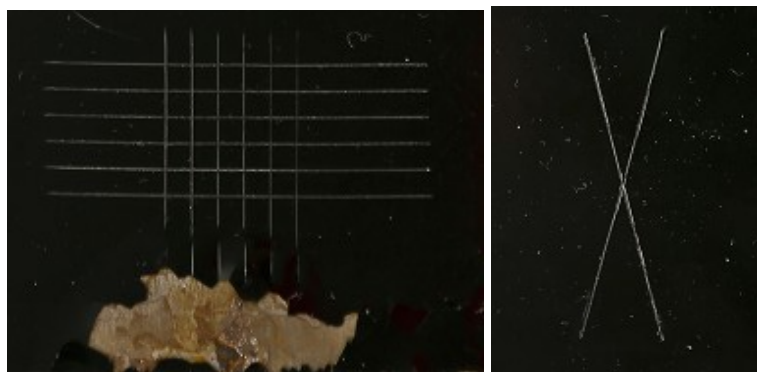
Obr. č. 9.16 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 4B

U zkoušky křížovým řezem došlo k odtrhu Komaxitové vrstvy i mimo plochu řezu a tudíž zkoušku hodnotím stupněm 5. Při mřížkové zkoušce došlo v oblasti křížení řezů k mírnému odlupu povlaku, kdy zkoušku hodnotím stupněm 1.



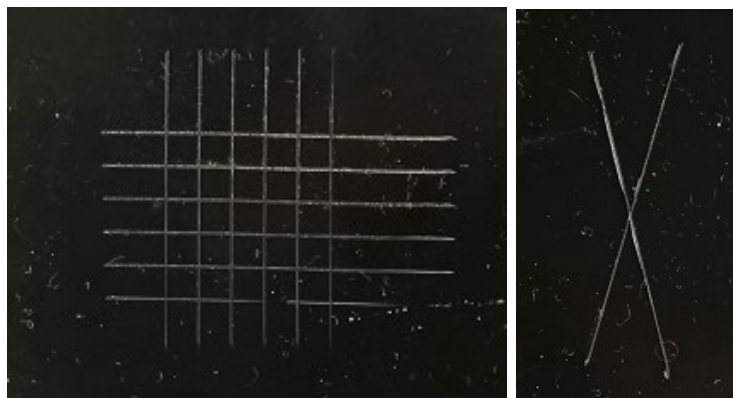
Obr. č. 9.17 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 1C

Při zhotovení zkušební mřížky, u prvního vodorovného řezu, došlo u uvedeného vzorku k destrukci vrstvy Komaxitu v okolí zhotovované mřížky, i přímo v polích a k jejímu odloupení. Vzhledem k destrukci Komaxitové vrstvy nebyla zkouška vůbec provedena a zkoušku vyhodnocuji stupněm 5. Při zhotovování křížového řezu došlo k odtržení Komaxitové vrstvy a jejímu odloupení ve směru zhotovovaných řezů. Z tohoto důvodu nebyla zkouška provedena a povrch byl klasifikován stupněm 5.



Obr. č. 9.18 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 2C

Při mřížkové zkoušce došlo v oblasti křížení řezů k drobnému odlupu Komaxitového povlaku, kdy zkoušku hodnotím stupněm 1. U zkoušky křížovým řezem byl Komaxitový povrch v okolí řezů nepatrně odloupen. K dalšímu poškození povrchu ani okolí nedošlo a tudíž daný povrch hodnotím stupněm 1.



Obr. č. 9.19 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 3C

Při zkoušce mřížkou nedošlo k žádnému poškození v okolí řezů, tudíž mřížku hodnotím stupněm 0. Při křížové zkoušce došlo k nepatrnému odloupení povlaku v okolí řezů a tudíž zkoušku hodnotím stupněm 1.



Obr. č. 9.20 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 4C

Na uvedeném vzorku došlo k odtržení většiny mřížky v okolní Komaxitové vrstvy a tudíž zkoušku vyhodnocuji stupněm 5.

Při odtrhu zkušební pásky u křížového řezu, došlo k odtrhu Komaxitové vrstvy v místě jednoho řezu a dále k porušení vrstvy u jednoho z konců řezů, ale jelikož uvedená část byla pod páskou, chránící okraj zkoušeného vzorku v korozní komoře, zůstal tento pod páskou, kdy došlo k jeho prasknutí a odchlípnutí.

9.7. Odtrhová zkouška přilnavosti

Podmínky uvedené zkoušky upravuje norma ČSN EN ISO 4624. Norma popisuje metody stanovení přilnavosti provedením odtrhové zkoušky na jednovrstvém nebo vícevrstevném nátěrovém systému měřením minimálního tažného napětí potřebného k oddělení nebo odtržení nátěru ve směru kolmém k podkladu. [13]

Zkoušky přilnavosti povlaků anorganických i nátěrových hmot se provádí pro zjištění skutečného parametru přilnavosti mezi jednotlivými vrstvami nátěrových hmot, nebo mezi povlakem a samotným povrchem. Tahové, nebo tahově adhezivní zkoušky (v laboratoři nebo v terénu) s použitím odtrhového přístroje, jsou mocným a nenahraditelným nástrojem pro průkazné nebo kontrolní prověření kvality povrchů nebo povrchových úprav v rozličných oblastech průmyslu. [13]



Obr. č. 9.21 - Přístroj Elcometer 106 a zobrazené rozsahu [17]

Kritický parametr všech povrchových úprav je kontaktní spára (nebo kontaktní spáry ve vícevrstvých systémech), odpovědná za účinnost spojení povrchové vrstvy s podkladem, stejně jako u účinnosti spojení jednotlivých vrstev úpravy navzájem. Úspěšné nanesení povrchové vrstvy je často podmíněno předchozí úpravou podkladu (nebo základní či předchozí vrstvy). Odtrhová zkouška je jedinou cestou, jak určit vhodnost úpravy podkladu (nebo předchozích vrstev) a jeho schopnost k úspěšnému nanesení další vrstvy. [13]

Zkouška stanoví přilnavost jednovrstvých nebo vícevrstvých nátěrů, změřením minimálního tahového napětí, potřebného k oddělení nebo odtržení nátěru kolmo od podkladu.

Zkouška se provádí při $23 \pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti vzduchu $50 \pm 5\%$. [13]

Výsledkem zkoušky je minimální tahové napětí, které se musí vynaložit k roztržení nejslabší mezifáze (adhezní lom), nebo nejslabší složky (kohezní lom) zkušebního uspořádání. Při zkoušce se mohou vyskytovat oba typy lomů, adhezní i kohezní. [13]

9.7.1. Přehled příslušenství mechanického odtrhoměru

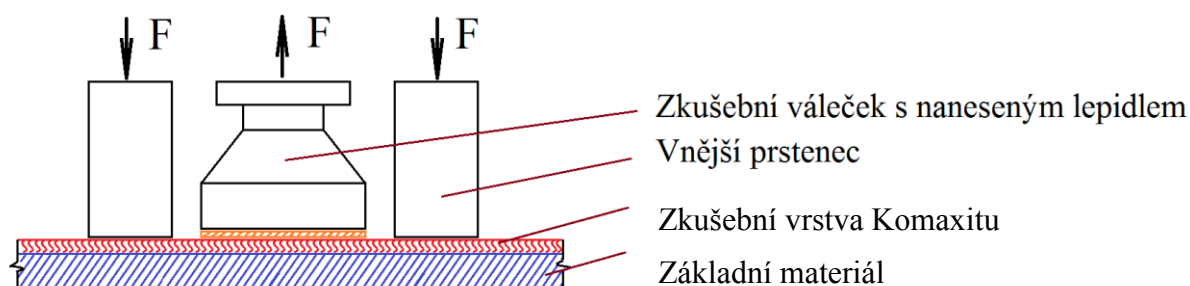
1. Přístroj pro tahové – pevnostní zkoušky, je tzv. odtrhoměr. Tahové napětí při zkoušce musí působit kolmo k rovině podkladu s nátěrem a také musí rovnoměrně

vzrůstat rychlostí nepřevyšující 1 MPa/s tak, aby došlo k roztržení zkušebního uspořádání do 90 s.

2. Zkušební váleček – je tzv. panenka, o průměru 20-30 mm, z oceli nebo vysoko-
pevnostního hliníku dostatečné tloušťky, aby bylo během zkoušky vyloučeno
nebezpečí deformace.
3. Řezný nástroj, popř. ostrý nůž k proříznutí vytvrzeného lepidla a nátěru až
na podklad podél obvodu zkušebního tělíska.
4. Centrovací přípravek pro přesné koaxiální vyrovnaní zkušebního lepení – opěrný
kroužek.
5. Lepidlo – dvousložkové na bázi kyanoakrylátů, epoxidové pryskyřice, polyesteru
s poroxidovým katalyzátorem.
6. Zobrazení – dle rozsahu stupnice přístroje *Elcometer 106* [13]

9.8. Provedení zkoušky

Postup zkoušky s jedním zkušebním válečkem (použitelný jen pro tuhé podklady). Hodnocený povlak a panenku je třeba předem zdrsnit brusným papírem, odmastit, nepatrné množství lepidla se rozmíchá a nanese rovnoměrně na styčnou plochu panenky. Panenka se poté tlakem přilepí na zkoušené místo. Vytlačené lepidlo se odstraní, dodrží se doba potřebná k vytvrzení lepidla. Poté se prořízne povlak v okolí panenky a opěrným kroužkem se zjistí, zda byla panenka správně přilepena. Na panenku se nasadí přístroj (vnější prstenec), stupnice na přístroji se nastaví na nulu a obsluha pomalu otáčí kolečkem ve směru hodinových ručiček – (Elcometr 109). Napětí se zvyšuje rychlostí nepřevyšující 10MPa., kolmo k rovině natřeného podkladu tak, aby došlo k roztržení zkušebního uspořádání do 90ti sekund od počátku nárůstu napětí (při přetržení se ozve hlasité bouchnutí). Odečte se hodnota a ihned po zkoušce se uvolní tlak v pružině povolením kolečka. [13]



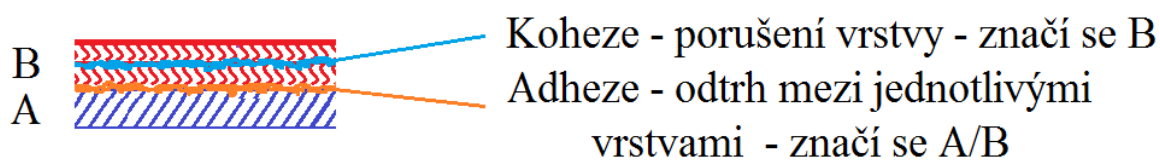
Obr. č. 9.22 - Příklad principu odtrhové zkoušky

Po vytvrdnutí lepidla, řezným nástrojem, který je součástí odtrhoměru, provedeme proříznutí laku.



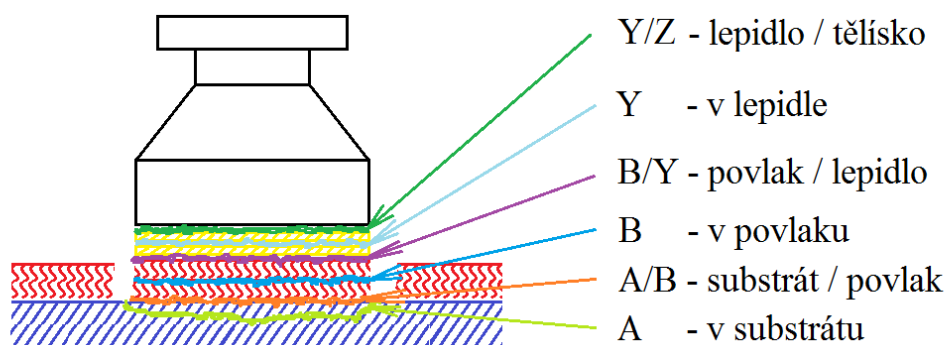
Obr. č. 9.23 - Detail řezu v okolí odtrhového tělíska

Následně přiložíme odtrhoměr a provedeme odtrhovou zkoušku, kdy po odtržení odečteme naměřené hodnoty.



Obr. č. 9.24 - Příklady porušení povlaku při odtrhu [13]

9.8.1. Obecné značení pro jednovrstvý povlakový systém



Obr. č. 9.25 - Hodnocení odtrhu jednovrstvých povlaků [13]

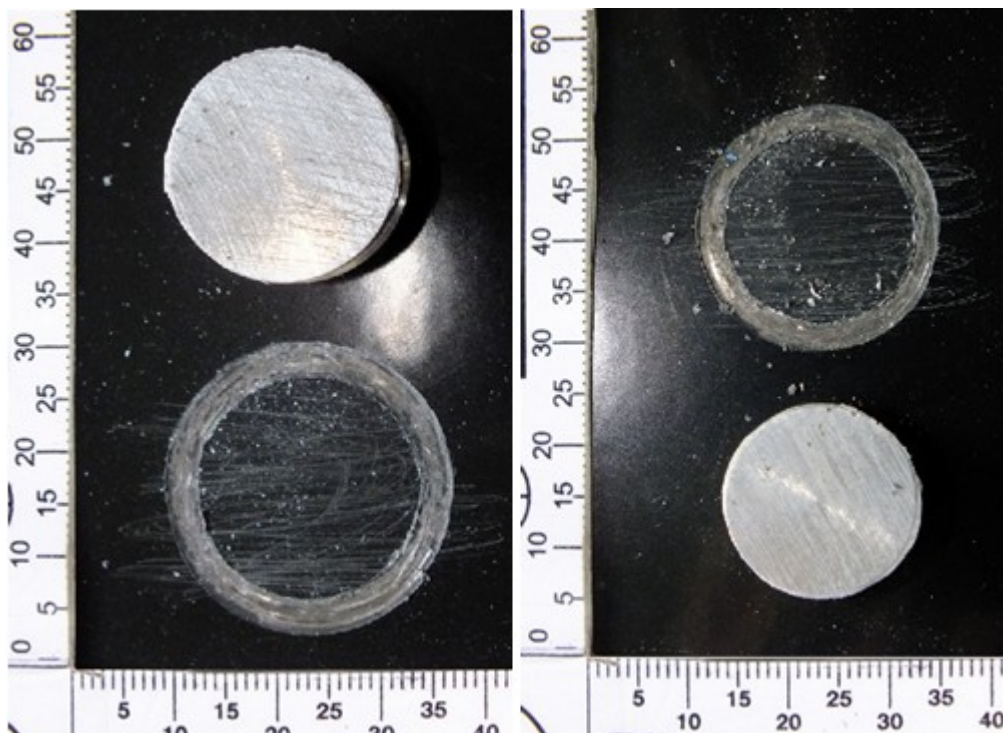
Legenda k obr. 9.25 :

- A - kohezní porušení v substrátu
- A/B - adhezní porušení mezi substrátem a první vrstvou
- B - kohezní porušení první vrstvy
- B/Y - adhezní porušení mezi vrstvou povlaku a lepidlem
- Y - kohezní porušení v lepidle
- Y/Z - adhezní porušení mezi lepidlem a terčíkem [13]

Značení vzorku	Doba v korozní komoře [hod]	Odtřhová síla	Klasifikace	Poloha obrázku
1.3	0	0,8 MPa 0,7 MPa	100 % Y/Z 100 Y/Z	Levý Pravý
2.3	0	1,2 MPa 0,8 MPa	90 % B/Y 10 % Y 95 % Y 5 % Y/Z	Levý Pravý
3.3	0	0,8 MPa 0,9 MPa	90 B/Y 10 % Y 100 % B/Y	Levý Pravý
4.3	0	2,5 MPa 1,2 MPa	30 % A/B 15 % B 50 % YZ 10 % Y 90 % Y/Z	Levý Pravý
1A	144	0,8 MPa 0,4 MPa	100 % Y/Z 100 % Y/Z	Levý Pravý
2A	144	0,1 MPa 0,2 MPa	5 % A/B 95 % B 100 % B/Y	Levý Pravý
3A	144	0,8 MPa 0,5 MPa	100 % B/Y 100 % B/Y	Levý Pravý
4A	144	2,0 MPa 0,6 MPa	80 % A/B 15 % B/Y 5 % Y/Z 65 % A/B 65 % B 15 % Y	Levý Pravý
Zkoušky na vzorcích 1B,2B,3B,4B,1C,2C,3C,4C nebyly provedeny, jelikož došlo k poškození odtřhoměru.				

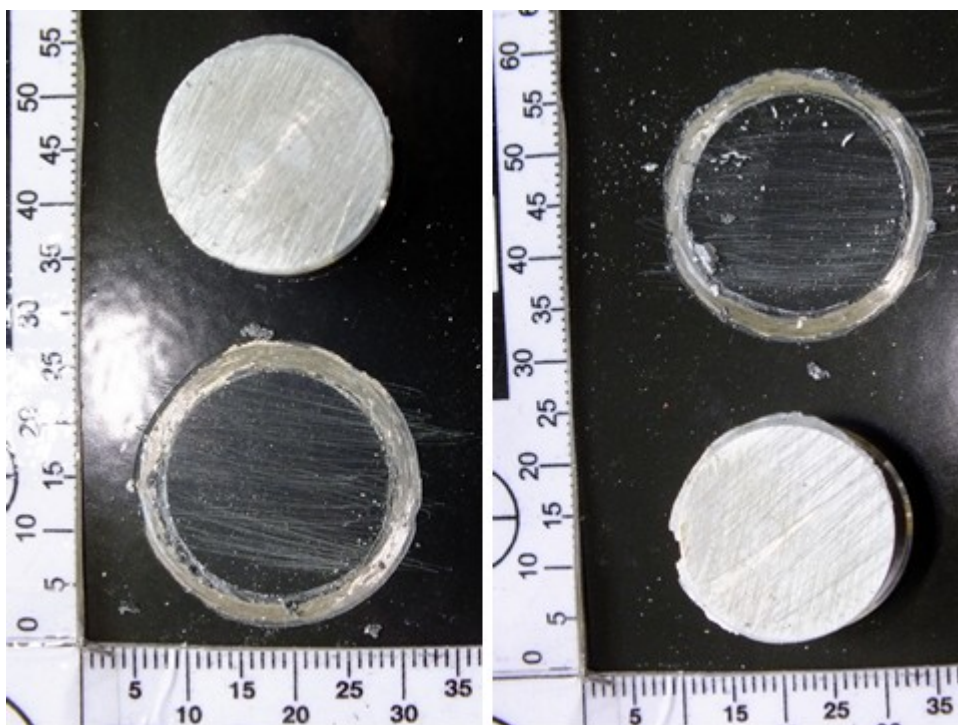
*Tab. č. 9.5 - Vyhodnocení odtřhové zkoušky***9.8.2. Provedení odtřhové zkoušky**

Všechny zkoušky byly provedeny za použití odtřhového přístroje Elcometer 106 s použitím dvousložkového lepidla Araldite a byly ponechány po dobu 48 hod. zaschnout, aby bylo zajištěno dokonalé vytvrdnutí. Hodnotí se, dle normy, odtrh v tahu z povrchu vzorku.



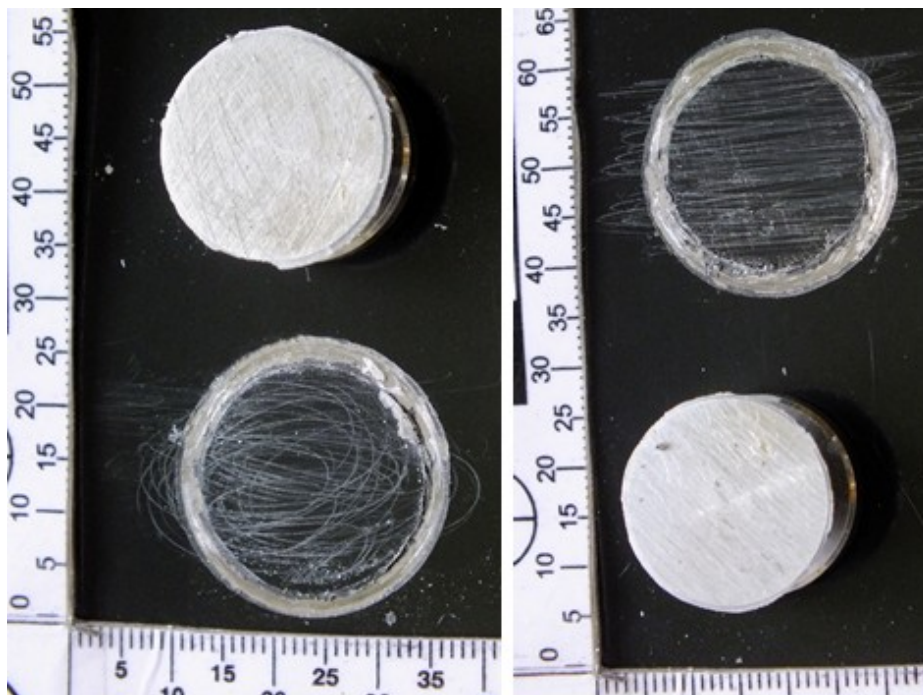
Obr. č. 9.26 - Detaily odtrhů vzorku 1.3 s „panenkou“

Obr. č. 9.26 při síle 0,8 MPa a 0,7 MPa došlo adheznímu odtrhu mezi zkušební panenkou a lepidlem.



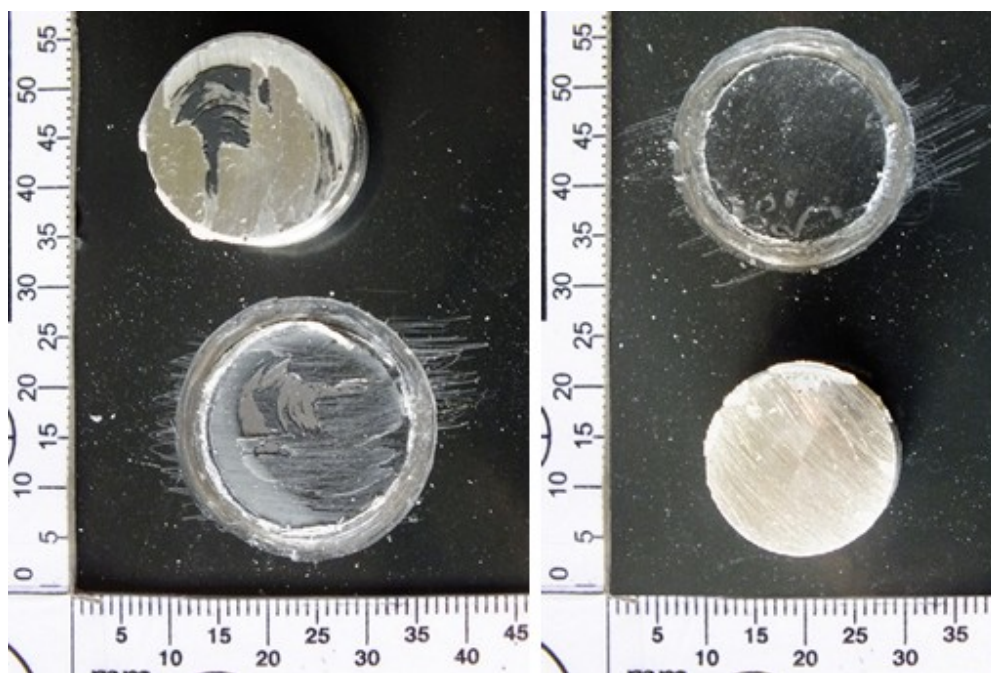
Obr. č. 9.27- Detaily odtrhů vzorku 2.3 s „panenkou“

Obr. č. 9.27 (levý odtrh) při síle 1,2 MPa došlo adheznímu odtrhu mezi zkušební panenkou a lepidlem. U druhého odtrhu při síle 0,8 MPa k adheznímu odtrhu mezi lepidlem a panenkou z 95 % a z 5% ke koheznímu odtrhu lepidla.



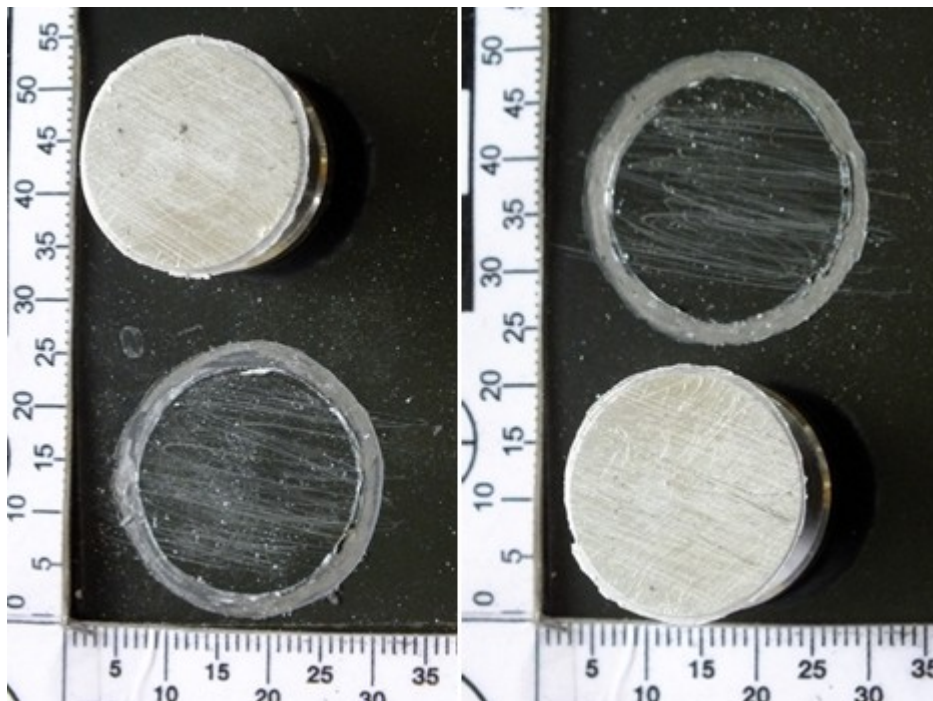
Obr. č. 9.28 - Detaily odtrhů vzorku 3.3 s „panenkou“

Obr. č. 9.28 (levý odtrh) při síle 0,8 MPa došlo z 10 % ke koheznímu odtrhu v lepidle z 90 % k adheznímu odtrhu mezi zkušební panenkou a lepidlem. U druhého odtrhu došlo k adheznímu odtrhu mezi lepidlem a povlakem.



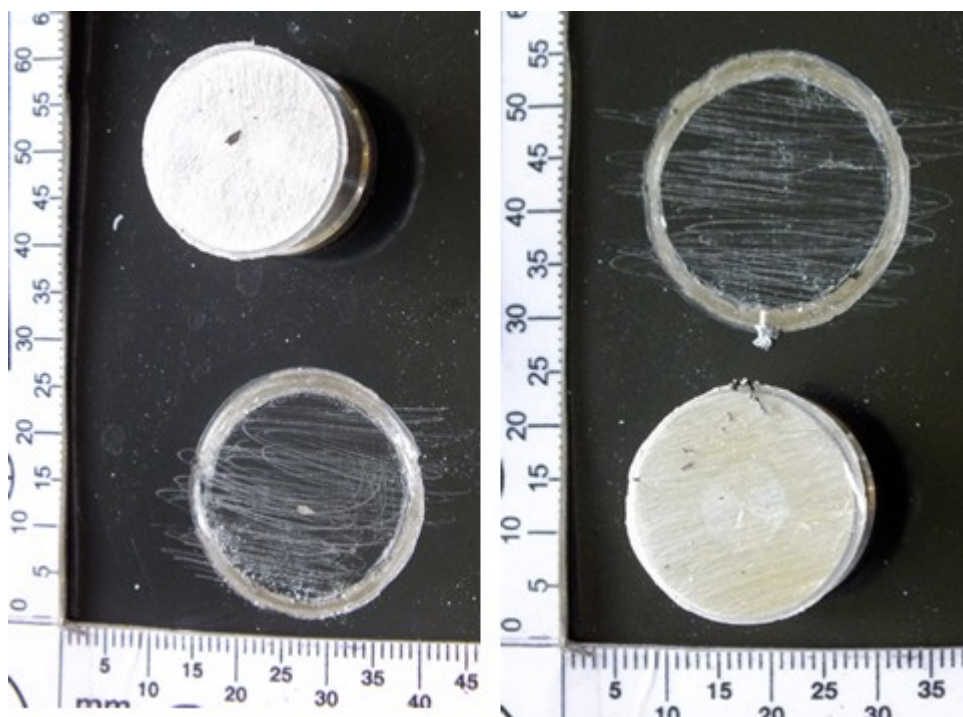
Obr. č. 9.29 - Detaily odtrhů vzorku 4.3 s „panenkou“

Obr. č. 9.29 (levý odtrh) při síle 2,5 MPa došlo z 30% ke koheznímu odtrhu adheznímu dotrhu mezi podkladem a lakem, z 15% ke koheznímu v povlaku a z 50% adheznímu odtrhu mezi zkušební panenkou a lepidlem. U druhého odtrhu při 1,2 MPa došlo z 10% ke koheznímu porušení v lepidle a 90% adhezní mezi lepidlem a panenkou.



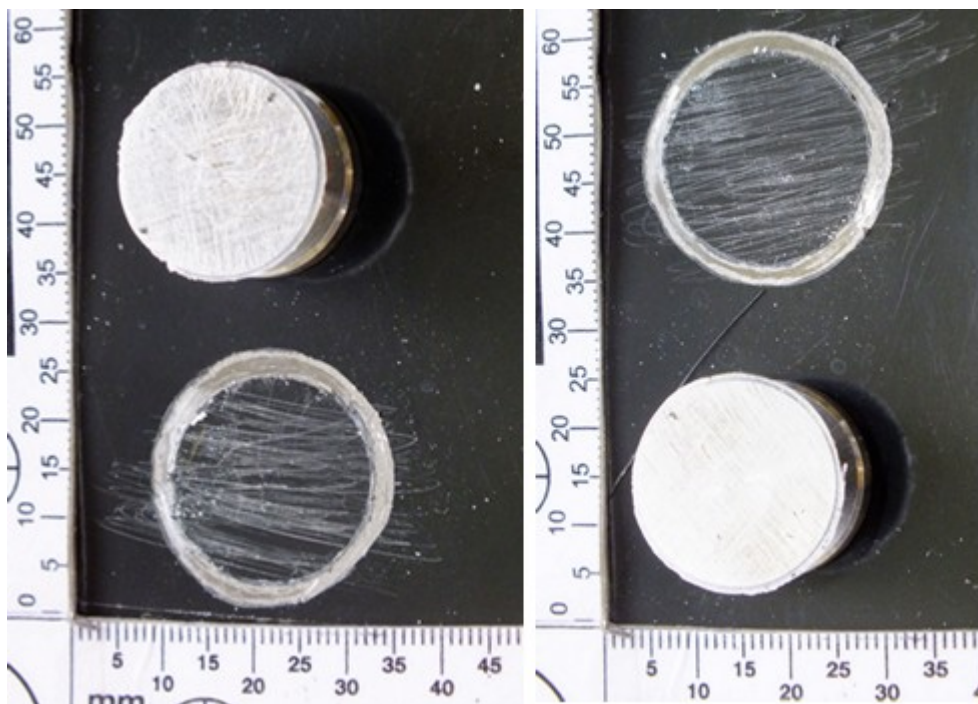
Obr. č. 9.30 - Detaily odtrhů vzorku 1A s „panenkou“

Obr. č. 9.30 při síle 0,8 MPa a 0,4 MPa došlo k adheznímu otrhu mezi lepidlem a panenkou.



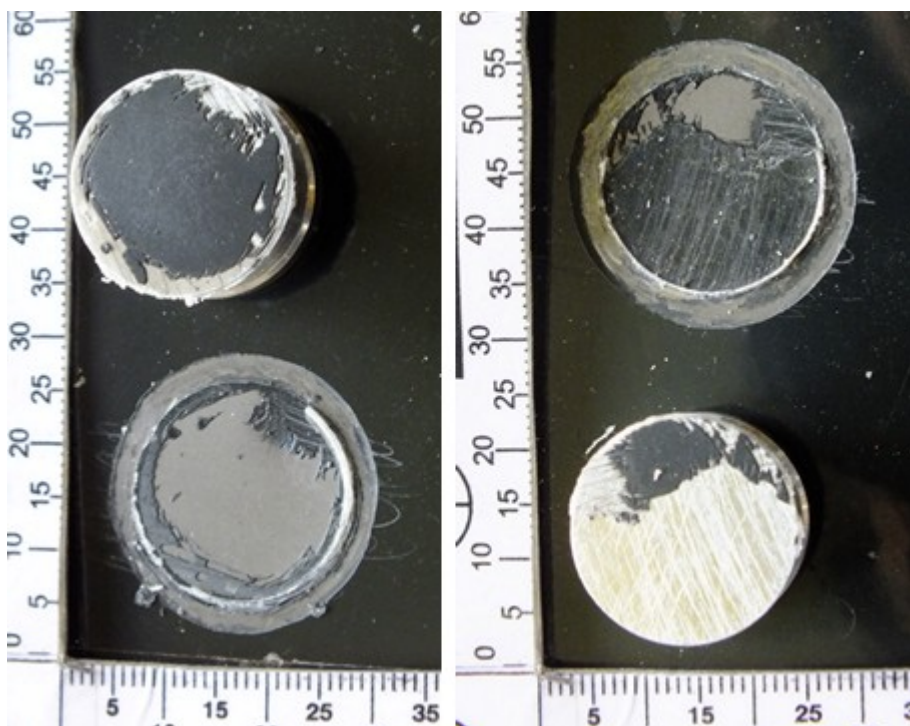
Obr. č. 9.31 - Detaily odtrhů vzorku 2A s „panenkou“

Obr. č. 9.31 při síle 0,1 MPa z 5% k adheznímu poruše ní mezi substrátem a lakem.
U druhého odtrhu při 0,2 MPa došlo k adheznímu odtrhu mezi lepidlem a povlakem.



Obr. č. 9.32 - Detaily odtrhů vzorku 3A s „panenkou“

Obr. č 9.32 při síle 0,8 a 0,5 MPa došlo k adheznímu porušení mezi lepidlem a povlakem.



Obr. č. 9.33 - Detaily odtrhů vzorku 4A s „panenkou“

Obr. č. 9.33 (levý odtrh) při síle 2 MPa došlo z 80% k adheznímu porušení mezi substrátem a povlakem, z 15% adhezní porušení mezi povlakem a lepidlem, z 5% adhezní porušení mezi lepidlem a panenkou. U druhého při 0,6 MPa z 65% adheznímu porušení mezi substrátem a povlakem, z 20% ke koheznímu porušení v povlaku a z 15% koheznímu porušení lepidla.

9.9. Zkouška solnou mlhou dle ČSN EN ISO 9227

Zkouška neutrální solnou mlhou probíhá dle normy ČSN EN ISO 9227 v korozní komoře značky Liebish S 400 M-TR a poté je vyhodnocena dle normy ČSN EN ISO 4628. Na okraje vzorků, před umístěním do solné komory, byla nalepena ochranná fólie, která má ochránit okraje zkoušených vzorků před prorezavěním.

Vzorky jsou umístěny do speciálně upraveného stojanu, který zaručuje předepsaný sklon vzorku během expozice. [10]

9.9.1. Provozní podmínky solné komory LIEBISCH S400 M-TR:

- Tlak vzduchu $3 \div 4$ bar.
- Tlak vody $2,5 \div 3$ bar.
- Průtok vody 0,45 l/hod.
- Teplota prostředí $35 \pm 2^\circ\text{C}$
- Teplota navlhčení 55°C
- Vlhkost 100%
- Solná mlha 5% roztok NaCl [10]



Obr. č. 9.34- Příklad korozní komory a zavěšení vzorků [10]

V tab. č. 9.6 je vyznačena doba, po kterou byly vzorky v korozní komoře a její adekvátní přepočet na dobu skutečnou.

Korozní odolnost	
Simulovaná doba v korozní komoře	Realita – Skutečnost
720 hod.	Cca 10 let
72 hod.	Cca 1 rok
6 hod.	Cca 1 měsíc

Tab.č. 9.6- Korozní odolnost [10]

9.10. Hodnocení degradace nátěrů – klasifikace množství a velikosti defektů a intenzity jednotných změn vzhledu ISO EN 4628

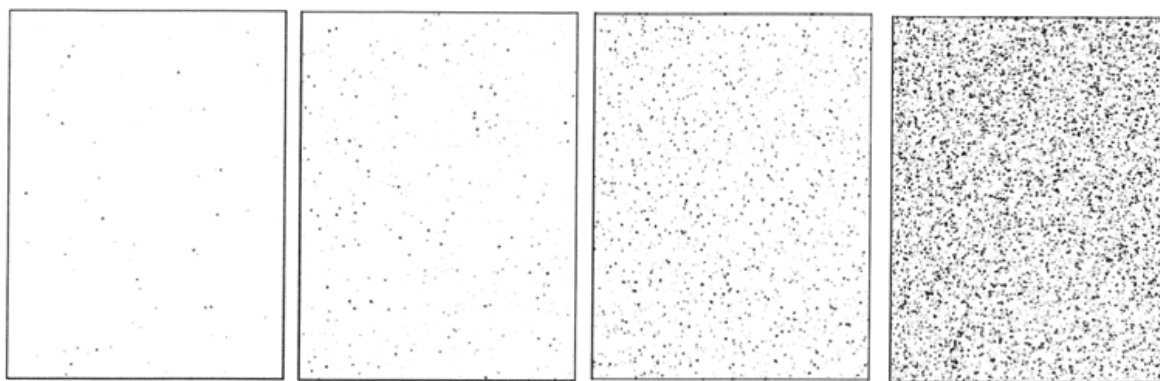
9.10.1. ISO EN 4628 Část 2. – Hodnocení stupně “puchýřkování”.

Uvedená část normy popisuje metodu hodnocení stupně puchýřkování nátěrů porovnáváním s obrázkovými standardy.

Stupeň puchýřkování je číselné ohodnocení charakterizující puchýřky v nátěru v závislosti na jejich množství (hustotě) a velikosti. Hodnocení probíhá pomocí porovnání s obrázkovými standardy uvedenými v této normě, které znázorňují puchýřky o velikosti 2, 3, 4 a 5 a každou tuto velikost v množství (hustotě) 2, 3, 4 a 5.

Množství (hustota) a velikost puchýřků, se klasifikuje podle stupňů s přibližnými rozměry plochy, nebo procentuálně, nebo vyjádřeným poměrem této plochy k celkové ploše. [7]

Kalibrační tabulky ISO EN 4628 - 2



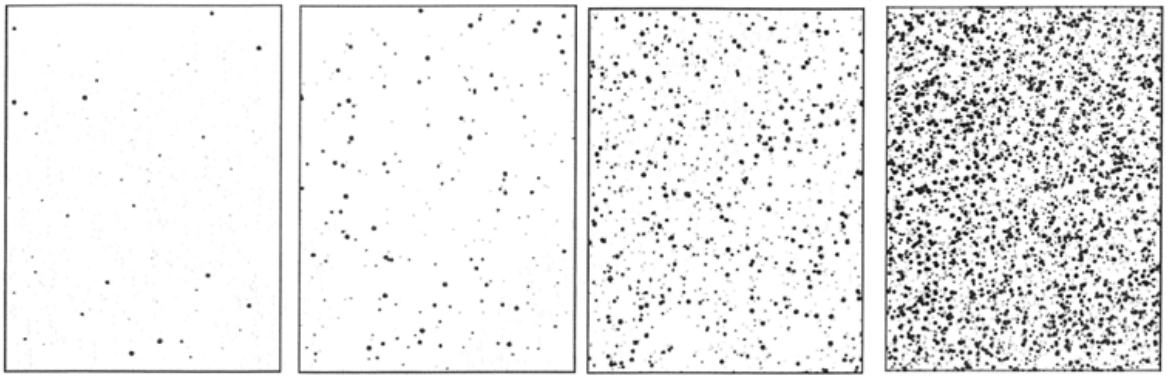
Množství 2 – 2(S2)

Množství 3 - 3(S2)

Množství 4 – 4(S2)

Množství 5 - 5(S2)

Obr. č. 9.35 - Hodnocení množství puchýřků [7]



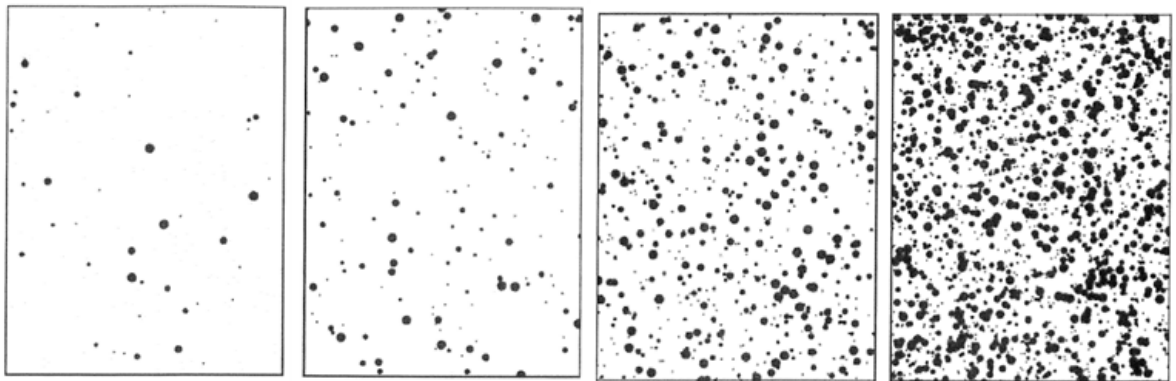
Množství 2 – 2(S3)

Množství 3 - 3(S3)

Množství 4 – 4(S3)

Množství 5 - 5(S3)

Obr. č. 9.36 - Hodnocení množství puchýrků [7]



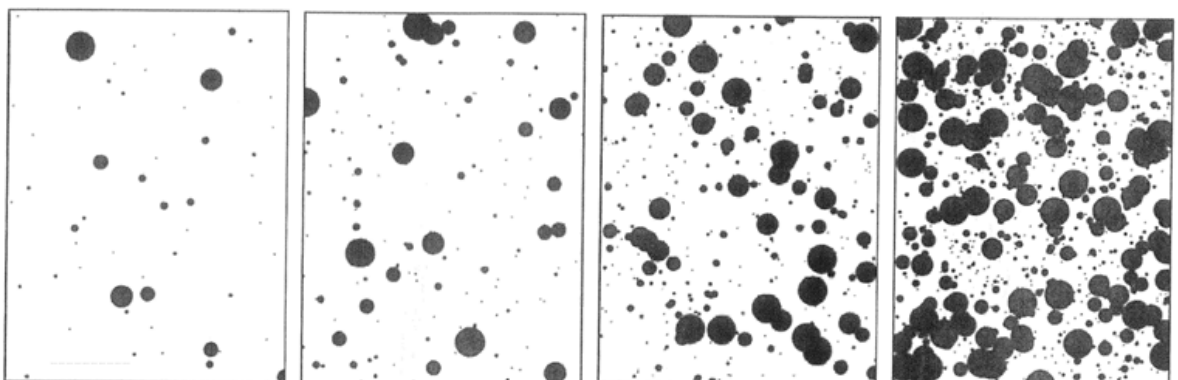
Množství 2 – 2(S4)

Množství 3 - 3(S4)

Množství 4 – 4(S4)

Množství 5 - 5(S4)

Obr. č. 9.37 - Hodnocení množství puchýrků [7]



Množství 2 – 2(S5)

Množství 3 - 3(S5)

Množství 4 – 4(S5)

Množství 5 - 5(S5)

Obr. č. 9.38 - Hodnocení množství puchýrků [7]

9.10.2. ISO EN 4628 Část 4. – Hodnocení stupně praskání.

Uvedená část normy popisuje metodu hodnocení stupně praskání nátěrů porovnáním s obrazovými standardy s využitím systému definovaného v ISO 4628-1. [8]

ISO 4628-1 definuje systém používaný pro klasifikaci množství a velikosti defektů a intenzity změn vzhledu nátěrů a uvádí obecné principy tohoto systému. O použití tohoto systému, zejména při hodnocení defektů způsobených stárnutím a namáháním na povětrnosti a při hodnocení jednotných změn, jako jsou změny barevného odstínu. [8]

Stupeň praskání – je číselné vyjádření charakterizující praskliny v nátěru pokud jde o jejich množství, velikost a hloubku. [8]

Množství prasklin se hodnotí podle údajů v tab. č. 9.8, a pokud je předepsáno, hodnotí se průměrná velikost prasklin podle tab. č. 9.9. Jako vzor, v závislosti na typu prasklin a jejich velikosti, lze použít obrázkové standardy uvedených v této normě. [8]

Klasifikace	Množství prasklin
0	Žádné, tj. žádné zjištěné praskliny
1	Velmi malé, tj. malý, téměř nevýznamný počet prasklin
2	Malé, tj. malý, ale důležitý počet prasklin
3	Mírný počet prasklin
4	Značný počet prasklin
5	Povrch hustě pokrytý prasklinami

Tab. č. 9.8 - Číselné schéma pro klasifikaci množství prasklin [8]

Klasifikace	Množství prasklin
0	Neviditelné bez desetinásobného zvětšení
1	Viditelné pouze při zvětšení do desetinásobku
2	Právě viditelné prostým okem nebo s korekcí zraku
3	Zřetelně viditelné prostým okem nebo s korekcí zraku
4	Dlouhé praskliny obecně do šířky 1 mm
5	Velmi dlouhé praskliny obecně širší než 1 mm

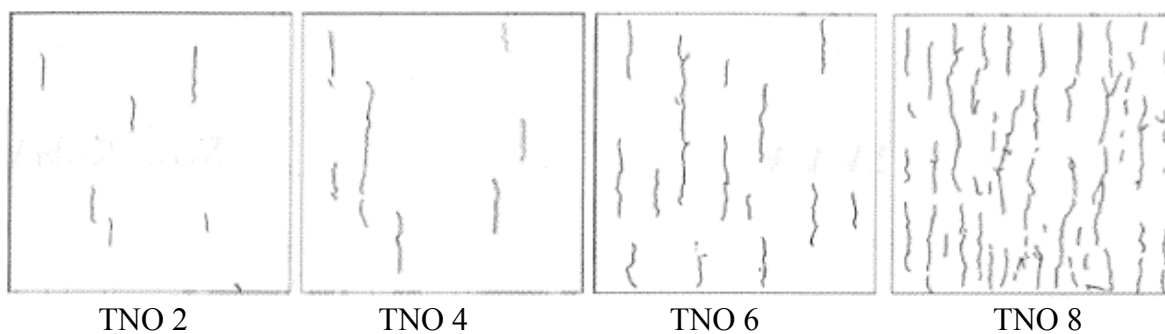
Tab. č. 9.9 - Číselné schéma pro klasifikaci velikosti prasklin [8]

Vyskytují-li se na zkoušené ploše praskliny různých velikostí, zahrnují se do hodnocení jejich velikosti největší praskliny, kterých je tam velký počet, aby byly typické pro zkoušenou plochu. [8]

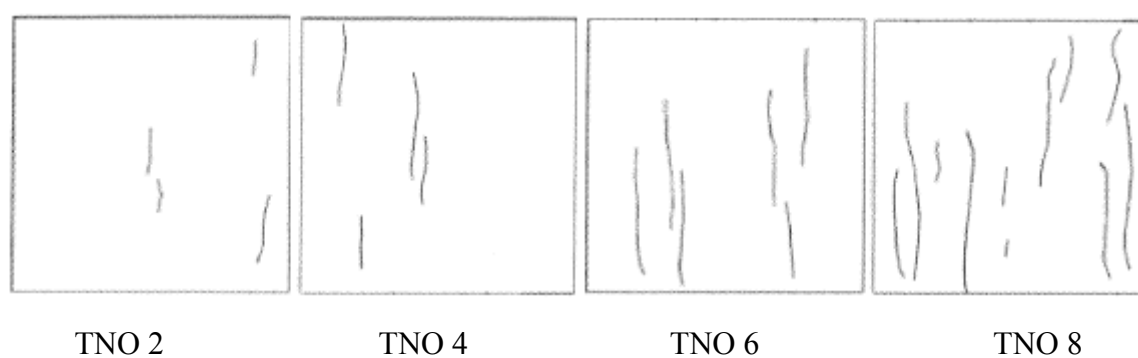
Pokud je to možné, označí se hloubky praskliny s uvedením úrovně nátěrového systému, do kterého praskliny pronikají. Rozlišují se přitom tři hlavní typy porušení nátěru praskáním:

- a) Povrchové praskliny, které neproniknou zcela svrchní vrstvou nátěru (tj. vlasové praskliny).
- b) Praskliny, které proniknou svrchní vrstvou, ale výrazně nezasáhnou do spodní/ch vrstvy, vrstev.
- c) Praskliny, které proniknou celým nátěrovým systémem. [8]

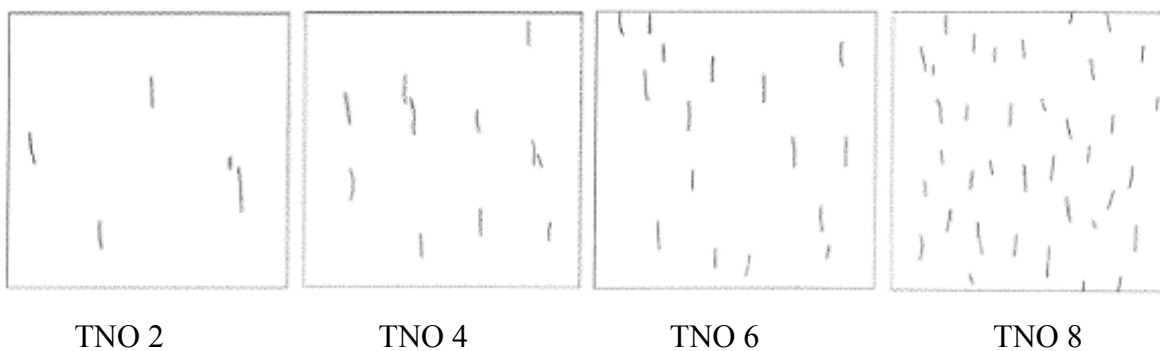
Příklady různých typů prasklin (ISO EN 4628 – 4)



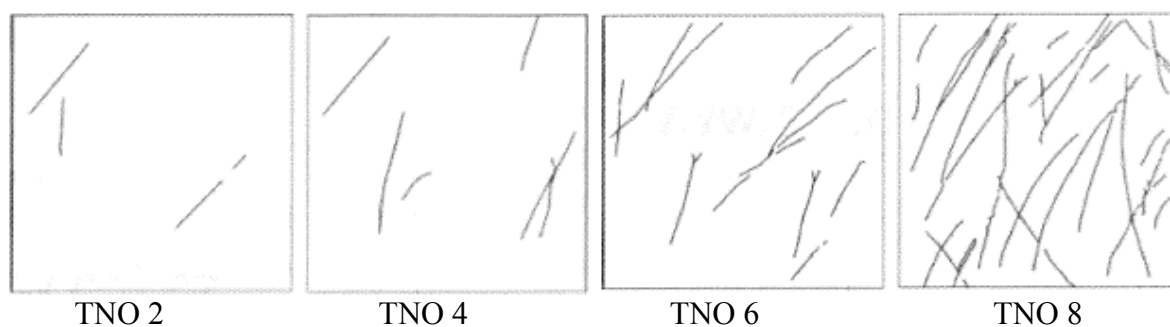
Obr. č. 9.39 - Nepravidelné praskliny [8]



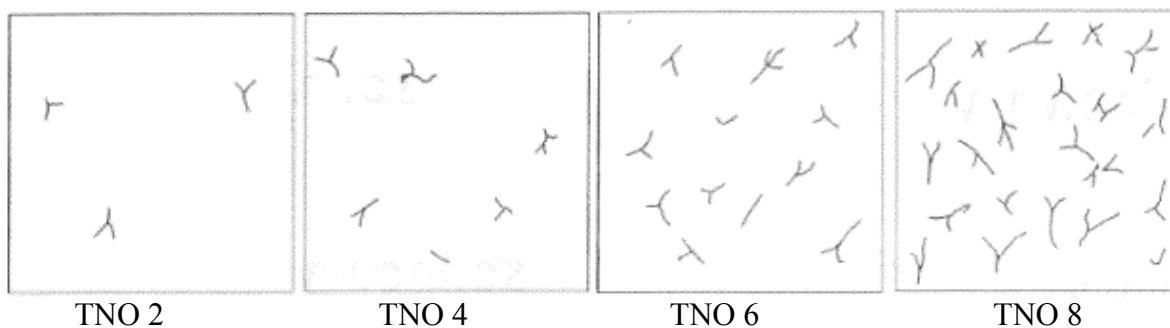
Obr. č. 9.40 - Dlouhé praskliny [8]



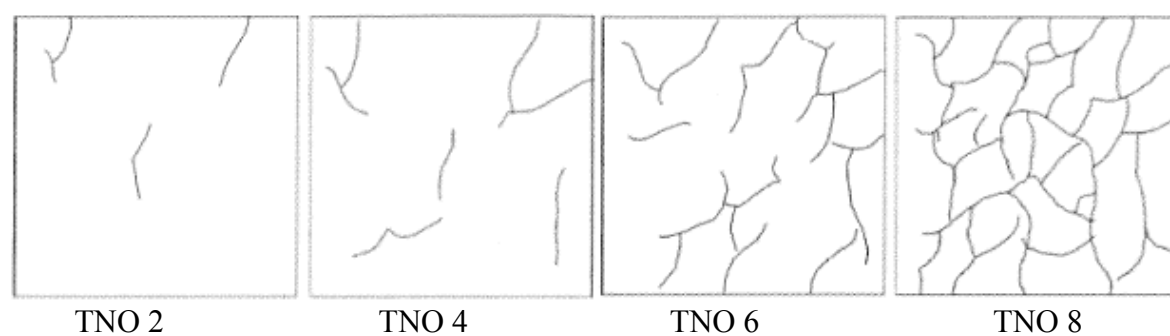
Obr. č. 9.41- Krátké souběžné praskliny [8]



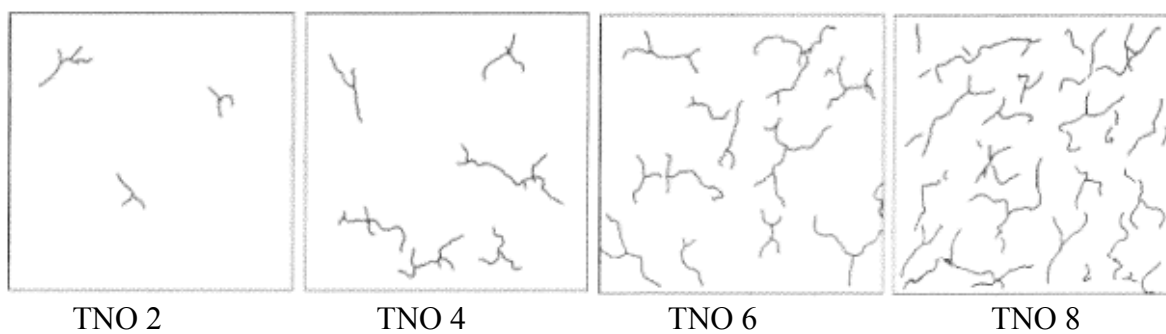
Obr. č. 9.42- Různě dlouhé nerovnoměrné praskliny [8]



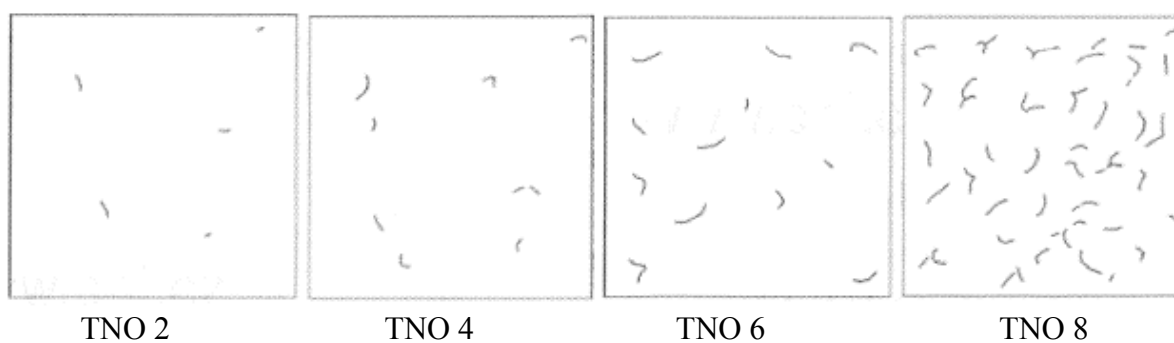
Obr. č. 9.43 - Praskliny ve tvaru vrání stopy [8]



Obr. č. 9.44 - Mozaikové praskliny [8]

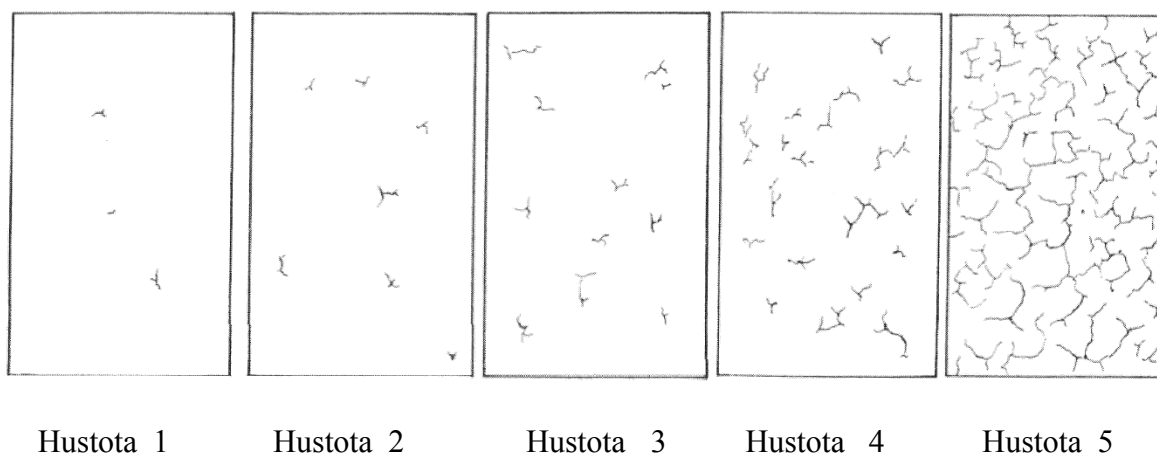


Obr. č. 9.45 - Svrážění nátěru [8]



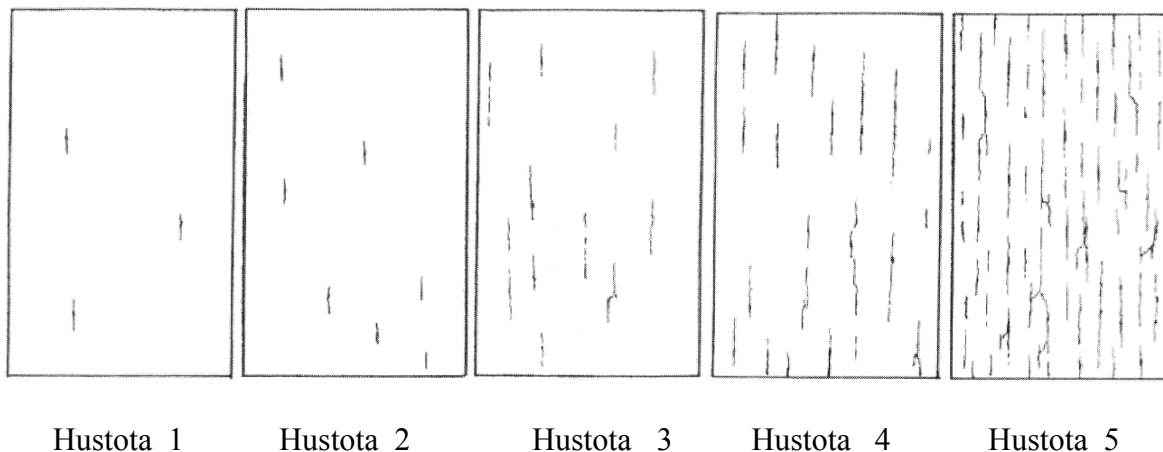
Obr. č. 9.46 - Krátké náhodně rozložené praskliny [8]

Praskliny, u nichž nepřevládá určitý směr (plocha panelů 1 dm² až 2 dm²) ISO EN 4628 – 4



Obr. č. 9. 47a - Hustota rozložení prasklin [9]

Praskliny, u nichž převládá určitý směr (plocha panelů 1 dm² až 2 dm²) ISO EN 4628 - 4



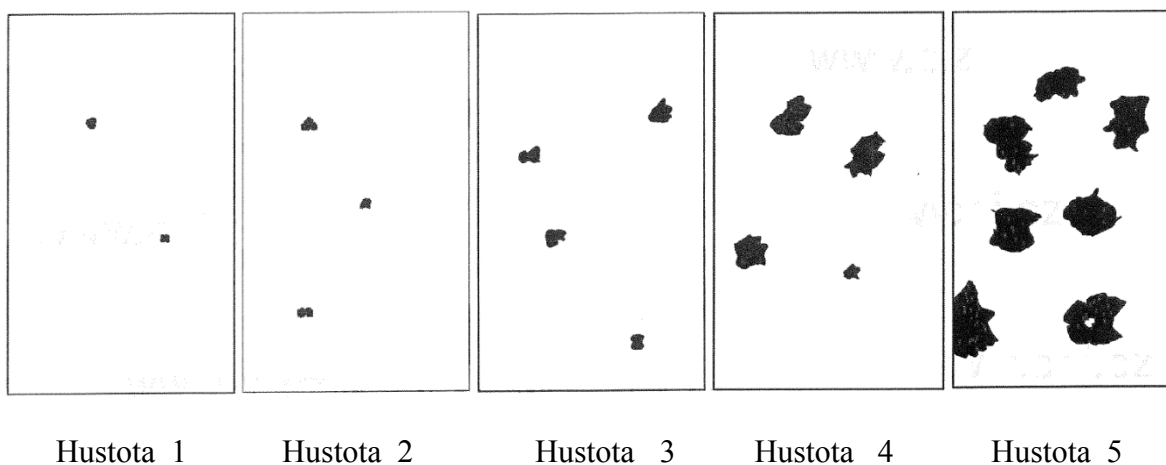
Obr. č. 9. 47b - Hustota rozložení prasklin [9]

9.10.3. ISO EN 4628 Část 5. – Hodnocení stupně odlupování.

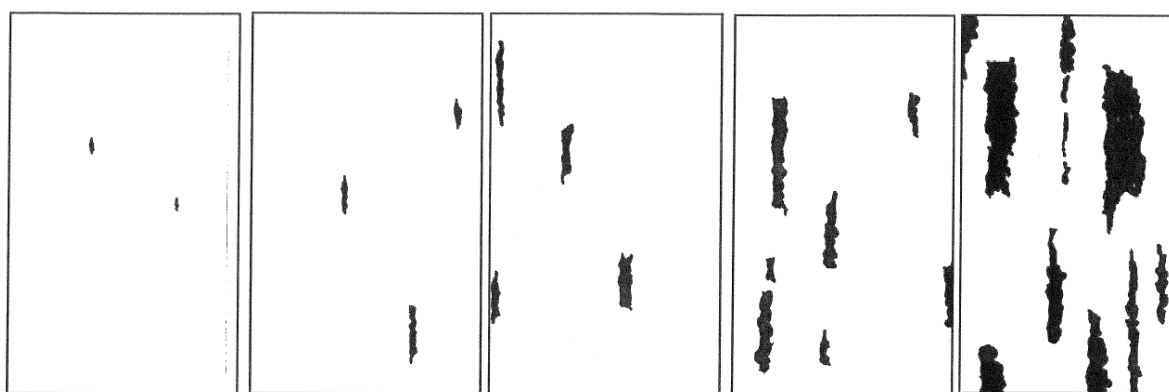
Uvedená část normy ČSN EN ISO 4628-5 popisuje metodu hodnocení stupně odlupování nátěrů porovnáním s obrazovými standardy. Odlupování je samovolné oddělení lakované vrstvy od substrátu a následné odpadnutí, na vnější podnět, popřípadě bez vnějšího podnětu.

Rozsah odlupování se hodnotí podle údajů v tab. č. 9.10 a 9.11.. Jako vzor se v závislosti na typu odlupování použijí obrázkové standardy uvedené v této normě. [9]

Stupeň odlupování – číselné hodnocení charakterizující plochy v nátěru s výskytem odlupování, pokud jde o jejich množství, velikosti a hloubku. [9]



Obr. č. 9.48 - Hustota rozložení odlupu [9]



Hustota 1

Hustota 2

Hustota 3

Hustota 4

Hustota 5

Obr. č. 9.49 - Hustota rozložení odlupu [9]

Klasifikace	Plocha vykazující odlupování v %
0	0
1	0,1
2	0,3
3	1
4	3
5	15

Tab. č. 9.10 – Plocha odlupování [9]

Klasifikace	Velikost plochy vykazující odlupování (největší rozměr)
0	Neviditelné bez zvětšení
1	Do 1 mm
2	Do 3 mm
3	Do 10 mm
4	Do 30 mm
5	Větší než 30 mm

Tab. č. 9.11 - Velikost plochy odlupu [9]

9.10.4. Vlastní provedení zkoušky

Na okraje vzorků, před umístěním do korozní komory, byla přilepena lepicí páska, která má za úkol ochránit okraje vzorku před přímým vlivem prostředí, aby nedošlo k poškození a k ovlivnění zkoušených vrstev v případě poškození, popřípadě nedokonalému nanesení vrstvy na okraj vzorku vlivem jeho velikosti. Oblast otvoru vzorku byla z jedné strany lepicí páskou zcela překryta a z druhé strany, jen z horní poloviny. Jelikož otvor nebyl povlakem zcela chráněn, byl zde předpoklad rychlého prorezivění a ovlivnění Komaxitové vrstvy v okolí otvoru.

Vzorky A byly umístěny v korozní komoře po dobu 144 hod., což přibližně odpovídá 24 měsícům, tedy 2 letům. Vzorky B a C byly v korozní komoře po dobu 264 hod., což přibližně odpovídá 44 měsícům, tedy době 3,6 roku.

Značení vzorku	Doba v korozní komoře [hod]	Puchýřkování	Popraskání	Odlupování
1A	144	3% 2 (S2)	-	-
		3% 2 (S2)	2 – 2c TNO2 dlouhé	-
2A	144	-	-	-
		3% 2 (S2)	2-2c TNO2 nepravidelné	-
3A	144	-	-	-
		1% 2 (S2)	2-2c TNO2 nepravidelné	-
4A	144	2% 3 (S3)	-	-
		5% 2 (S2)	2-2c TNO2 nepravidelné	-
1B	264	5% 2 (S3)	2-2c TNO2 dlouhé	-
		10% 4 (S4)	2-2c TNO2 dlouhé	-
2B	264	15% 5 (S5)	3-4c TNO6 mozaikové	-
		25% 5 (S5)	5-4c TNO8 mozaikové	4-4 hustoty 3
3B	264	10% 2 (S4)	3-3c TNO2 mozaikové	-
		3% 2 (S3)	3-3c TNO2 mozaikové	-
4B	264	20 % 4 (S4)	2-2c TNO2 dlouhé	4-4 hustoty 3
		10 % 4 (S4)	2-2c TNO2 dlouhé	-
1C	264	5% 2 (S3)	2-2c TNO 2 vraní stopa	-
		40% 4 (S5)	2-2c TNO 2 vraní stopa	-
2C	264	10 % 4 (S5)	2-2c TNO2 dlouhé	-
		3% 2 (S3)	5-4c TNO6 mozaikové	-
3C	264	5% 2 (S3)	3-3c TNO2 mozaikové	-
		20 % 4 (S4)	5-4c TNO4 mozaikové	-
4C	264	30% 4 (S4)	2-2c vraní stopa	-
		45% 5 (S4)	2-4c TNO2 mozaikové	4 – 4 hustoty 3

Tab. č. 9.12 - Vyhodnocení povrchu puchýřkováním, popraskáním a odlupování.



Obr. č. 9.50 - Vzorek 1A po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.50 se nacházejí puchýřky 2, hustoty S2 na 3% celkové plochy. Bez viditelných prasklin a nebo odlupů.



Obr. č. 9.51 - Vzorek 1A po korozní zkoušce

Na povrchu obr. č. 9.51 se nachází puchýřky velikosti S2, hustoty 2 do 3% plochy a téměř žádné praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2. Plocha je bez odlupu.



Obr. č. 9.52 - Vzorek 3A po korozní zkoušce

Na povrchu obr. č. 9.52 se nenachází puchýřky, odlupy ani praskliny.



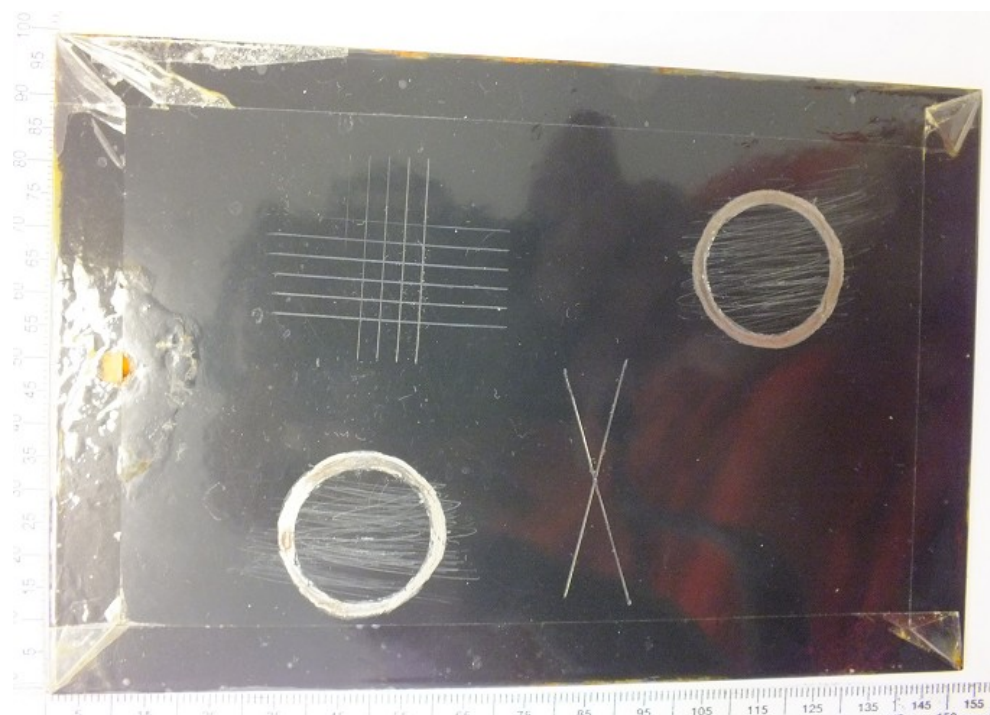
Obr. č. 9.53 - Vzorek 2A po korozní zkoušce

Na povrchu obr. č. 9.53 se nachází puchýřky velikosti S2, hustoty 2 do 3% plochy a téměř žádné praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 nepravidelného tvaru. Plocha je bez odlupu.



Obr. č. 9.54 - Vzorek 3A po korozní zkoušce

Na povrchu obr. č. 9.54 se se nenacházejí puchýřky, praskliny ani odlupy.



Obr. č. 9.55 - Vzorek 3A po korozní zkoušce

Na povrchu obr. č. 9.55 se nachází puchýřky velikosti S2, hustoty 2 do 1% plochy a téměř žádné praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 nepravidelného tvaru. Plocha je bez odlupu.



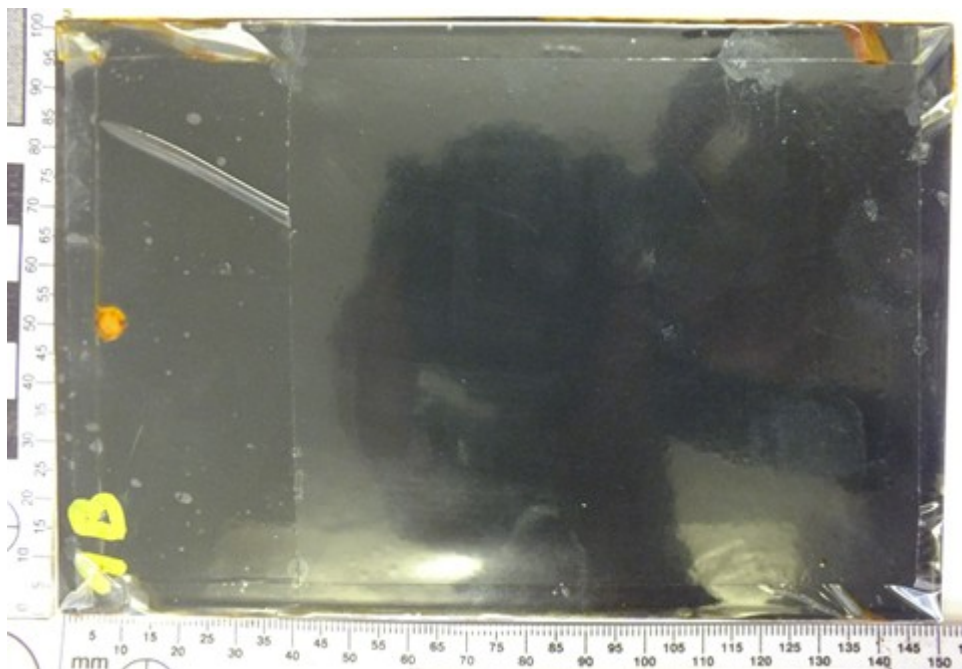
Obr. č. 9.56 - Vzorek 4A po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.56 se nacházejí puchýřky 3, hustoty S3 na 2% celkové plochy. Bez viditelných prasklin a nebo odlupů.



Obr. č. 9.57 - Vzorek 4A po korozní zkoušce

Na povrchu obr. 9.57 se nachází puchýřky velikosti S2 hustoty 2 do 5% plochy a téměř žádné praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 nepravidelného tvaru. Plocha je bez odlupu.



Obr. č. 9.58 - Vzorek 1B po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.58 se nacházejí puchýřky 2, hustoty S3 do 5% celkové plochy, téměř žádné praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 nepravidelného tvaru. Plocha je bez odlupu



Obr. č. 9.59 - Vzorek 1B po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.59 se nacházejí puchýřky velikosti 4, hustoty S4 na 10% celkové plochy téměř žádné praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 dlouhého tvaru. Plocha je bez odlupu.



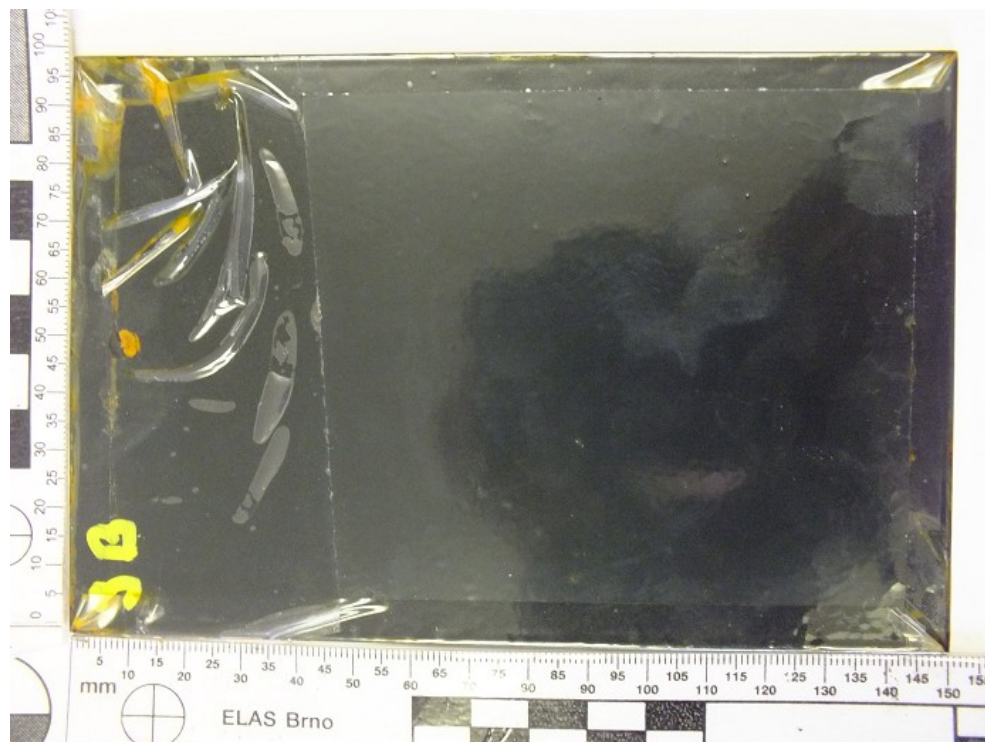
Obr. č. 9.60 - Vzorek 2B po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.60 se nacházejí puchýřky velikosti 5, hustoty S5 na 15% celkové plochy, praskliny stupně 3 identifikovatelné pouhým okem – 4 mozaikového tvaru. Na ploše jsou odlupy stupně 4, délky 4 a hustoty 3.



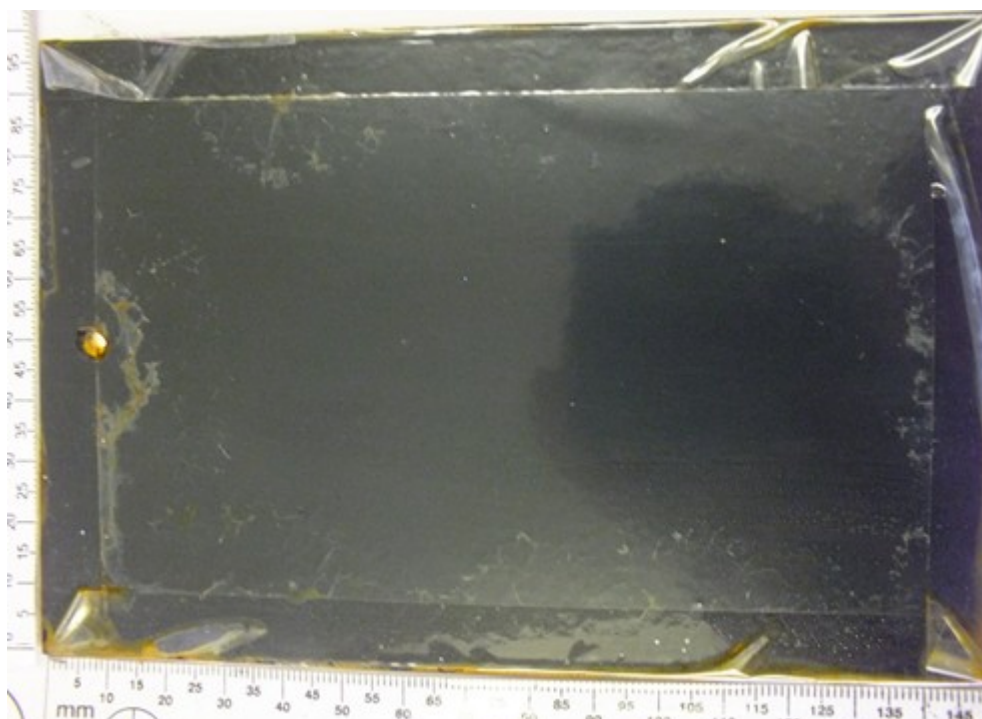
Obr. č. 9.61 - Vzorek 2B po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.61 se nacházejí puchýřky velikosti 5, hustoty S5 na 15% celkové plochy, praskliny stupně 3 identifikovatelné pouhým okem – 4 mozaikového tvaru. Na ploše jsou odlupy stupně 4, délky 4, hustoty 3.



Obr. č. 9.62 - Vzorek 3B po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.62 se nacházejí puchýřky velikosti 2, hustoty S4 na 10% celkové plochy, praskliny stupně 3 identifikovatelné pouhým okem – 3 mozaikového tvaru. Na ploše nejsou odlupy.



Obr. č. 9.63 Vzorek 3B po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.63 se nacházejí puchýřky velikosti 2, hustoty S3 na 3% celkové plochy, praskliny stupně 3 identifikovatelné pouhým okem – 3 mozaikového tvaru. Na ploše nejsou odlupy.



Obr. č. 9.64 Vzorek 4B po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.64 se nacházejí puchýřky velikosti 4, hustoty S4 na 20% celkové plochy, praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 dlouhého tvaru. Na ploše jsou odlupy stupně 4, délky 4, hustoty 3.



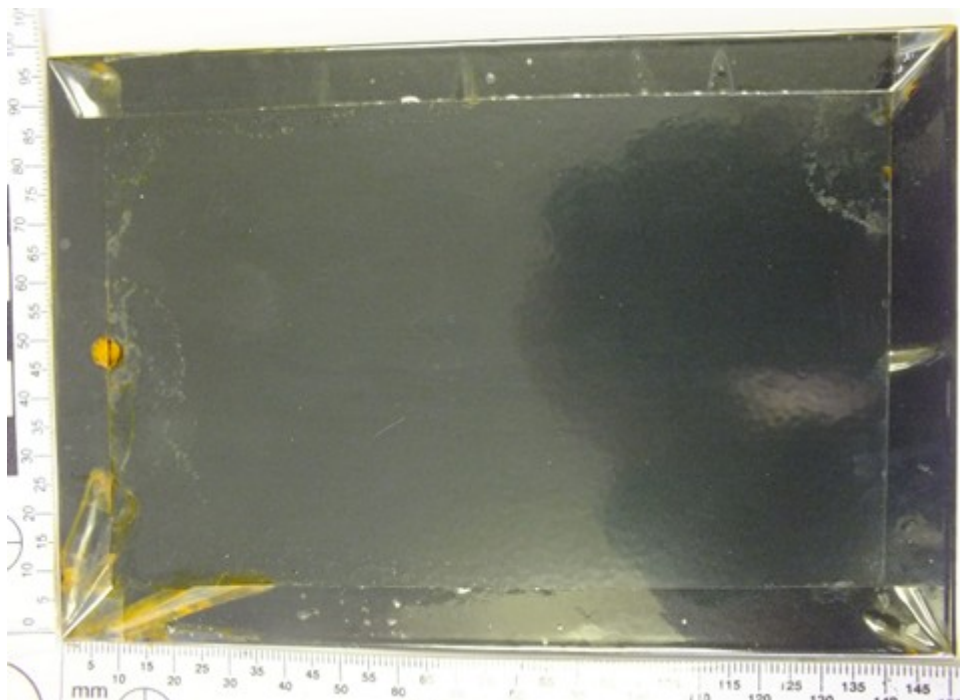
Obr. č. 9.65 Vzorek 4B po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.65 se nacházejí puchýřky velikosti 2, hustoty S3 na 3% celkové plochy, praskliny stupně 3 identifikovatelné pouhým okem – 3 mozaikového tvaru. Na ploše nejsou odlupy.



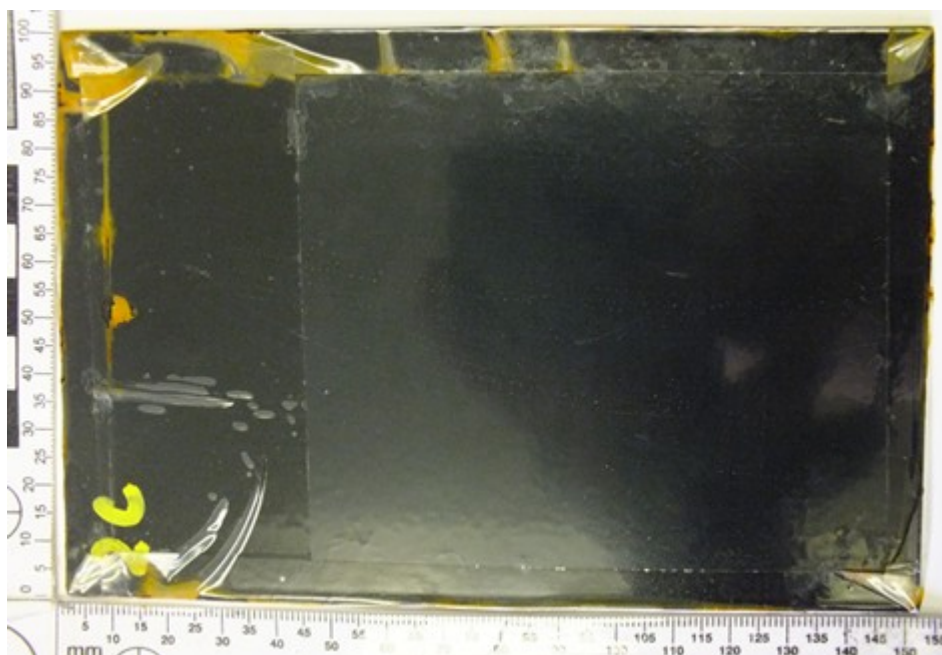
Obr. 9.66 Vzorek 1C po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.66 se nacházejí puchýřky velikosti 2, hustoty S3 na 5 % celkové plochy, praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 tvaru vraní stopy. Na ploše nejsou odlupy.



Obr. č. 9.67 Vzorek 1C po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.67 se nacházejí puchýřky velikosti 4, hustoty S5 na 40% celkové plochy, praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 tvaru vraní stopy. Na ploše nejsou odlupy.



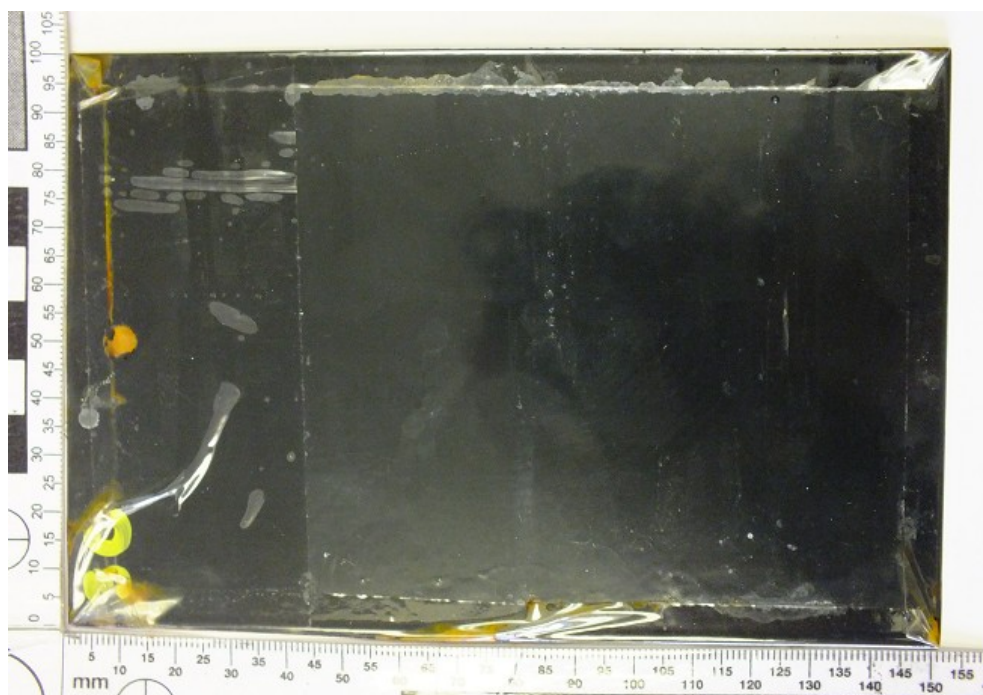
Obr. č. 9.68 Vzorek 2C po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.68 se nacházejí puchýřky velikosti 2, hustoty S3 na 5% celkové plochy, praskliny stupně 3 identifikovatelné pouhým okem – 3 mozaikového tvaru. Na ploše nejsou odlupy.



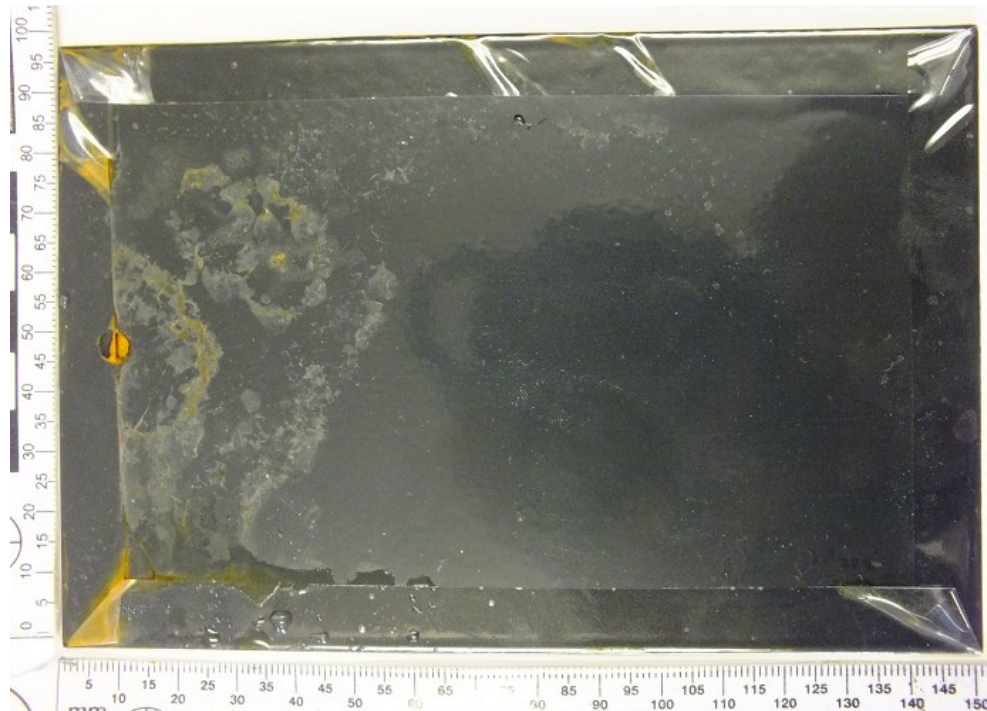
Obr. č. 9.69 Vzorek 2C po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.69 se nacházejí puchýřky velikosti 4, hustoty S4 na 20% celkové plochy, praskliny stupně 5 identifikovatelné pouhým okem – 4 mozaikového tvaru. Na ploše nejsou odlupy.



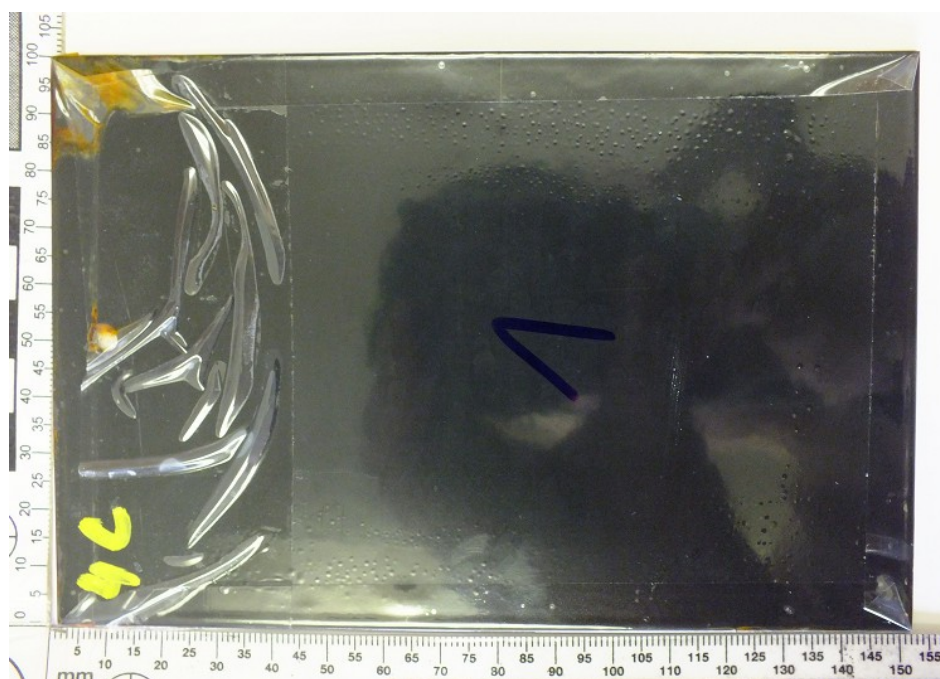
Obr. č. 9.70 Vzorek 3C po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.70 se nacházejí puchýřky velikosti 4, hustoty S5 na 10% celkové plochy, praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 dlouhého tvaru. Na ploše nejsou odlupy.



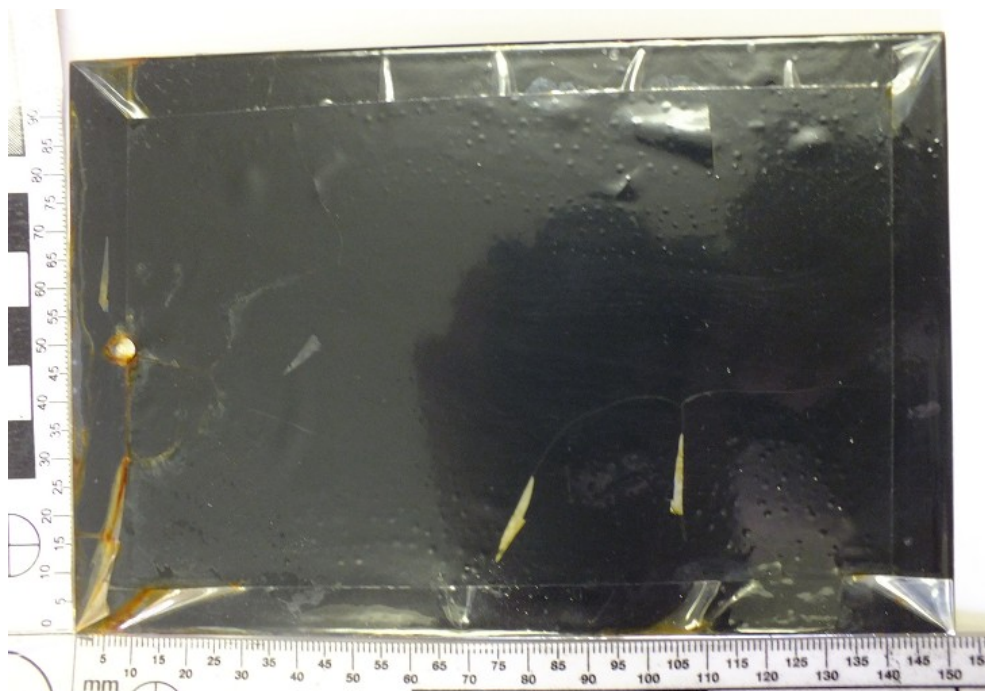
Obr. č. 9.71 Vzorek 3C po korozní zkoušce

Na obr. č. 9.71 se nacházejí puchýřky velikosti 2, hustoty S3 na 3% celkové plochy, praskliny stupně 5 identifikovatelné pouhým okem – 4 mozaikového tvaru. Na ploše nejsou odlupy.



Obr. č. 9.72. Vzorek 4C po korozní zkoušce

Na 30% povrchu obrázku č. 9.72 jsou puchýře velikosti 4, hustoty S4 praskliny stupně 2 identifikovatelné pouhým okem – 2 tvaru vraní stopy. Na ploše nejsou odlupy.



Obr. č. 9.73 Vzorek 4C po korozní zkoušce zadní strana

Na 45% povrchu obrázku obr. č. 9.73 jsou puchýře velikosti 5, hustoty S4. Mozaikové praskliny 2 stupně, množství 3. Odlup je na ploše 4 stupně s délkou do 30 mm.

9.11. Zhodnocení

9.11.1. Měření povlaku

Provedeným měřením byly zjištěny značné rozdíly výšky povlaku přímo z výroby, jelikož tento byl zhotovován ručním nanášením. Pro zjištění, zda úprava podkladu ovlivňuje sílu Komaxitového povlaku, by bylo nutné zhotovení povlaku na automatických nanášecích linkách. Tyto jsou používány v automobilovém průmyslu, popřípadě při výrobě zařízení do domácností. Automatické nanášecí linky je možné přesně seřídit a nanášení povlaku lze považovat za opakovatelné.

9.11.2. Zkoušky mřížková a křížným řezem

Při mřížkové zkoušce a zkoušce křížovým řezem bylo prokázáno, že u vzorků bezprostředně po výrobě se jednotlivé úpravy substrátu neprojeví na vizuálních a ani

na fyzikálních vlastnostech Komaxitového povlaku. U řezů nedošlo k žádnému poškození povlaku, jak v okolí řezů, stejně tak i v místech křížení.

U vzorků, které byly umístěny v korozní komoře po dobu 144 hod., se v případě křížového řezu u všech vzorků projevilo mírné rozšíření řezu. V případě křížové mřížky došlo taktéž k rozšíření řezů, ale v místě křížení nedošlo k žádnému poškození, zároveň nedošlo ke znatelnému odlupu povlaku v okolí řezů.

U vzorků, které byly umístěny v korozní komoře po dobu 264 hod., které odpovídají době 3,6 roku v reálném korozním prostředí, se začaly již značně projevovat jednotlivé předúpravy, kdy nejhůře dopadl vzorek se špatnou fosfátovanou vrstvou. Na vzorku 1C došlo k odloupení Komaxitového povlaku již při zhotovování řezů ke zkoušce, vzhledem k nedostatečné přilnavosti povlaku k podkladu, tudíž nebyla tato zkouška ani provedena, jelikož se již předem dala hodnotit stupněm 5.

Z provedených zkoušek vyplývá, že s rostoucí délkou působení korozních vlivů na Komaxitový povrch, se výrazně mění jeho vlastnosti a tento degeneruje.

9.11.3. Odtrhová zkouška

Tato zkouška byla provedena pouze na vzorcích po výrobě a na vzorcích vyzvednutých z korozní komory po 144 hod., což přibližně odpovídá době dvou let v reálném prostředí. Další zkoušky nebylo možné provést pro poškození odtrhoměru, protože by při jeho výměně nebyly dodrženy shodné podmínky zkoušek.

U zkoušek prováděných na vzorcích, na které nepůsobilo korozní prostředí, docházelo nejčastěji k odtrhu mezi zkušebním tělískem a lepidlem, popřípadě lepidlem a povlakem. U zkoušek na vzorcích vyzvednutých z korozní komory, dochází nejčastěji k destrukci a odtrhu povlakové vrstvy.

Ke všem odtrhům došlo za poměrně nízké odtrhové síly, kdy se hodnoty pohybovaly od 0,1 do 2,5 Mpa. Naměřené hodnoty naznačují nedostatečnou přilnavost lepidla a Komaxitového povrchu. Daný problém, by bylo možné nejspíš odstranit změnou lepidla, kdy je nutné použít lepidlo s větší pevností v tahu. Při zkouškách bylo použito dvousložkové lepidlo Aradaite. Po případné změně lepidla, by bylo možné provést zhodnocení zkoušek při vyšších odtrhových parametrech.

9.11.4. Zkouška v korozní komoře

Vzorky vyzvednuté z korozní komory vykazovaly v okolí otvoru, který nebyl dostatečně opatřen Komaxitovým povlakem uvnitř otvoru a byl ponechán přímému působení prostředí, jiné poškození než zbytek povrchu. Okolí otvoru bylo značně popraskané, Komaxitová vrstva se vrásnila a nadzvedla. Jednotlivé předúpravy se v daném místě od sebe výrazně nelišily, a tudíž dané místo nebylo zahrnuto do celkového hodnocení povrchu.

Vzorky vyzvednuté z korozní komory po uplynutí doby 144 hod., což při zkoušce přibližně odpovídá dvěma letům v reálném korozním prostředí, vykazovaly na povrchu v okolí svislých okrajů v šířce 10 – 20 mm a v rozích drobné zpuchýřkování s nízkou hustotou. Ve střední části zkušebních vzorků se puchýřky nenacházely. V ploše se vyskytly ojedinělé praskliny různých tvarů. Tyto ve všech případech vycházely z okrajů a směřovaly ke středu. U uvedených vzorků nedošlo u žádné předúpravy k odlupu povlaku od substrátu.

Vzor vyzvednuté z korozní komory po uplynutí doby 264 hod., což při zkoušce přibližně odpovídá 3,6 letům v reálném korozním prostředí, se od sebe lišily. Puchýřky se začaly vyskytovat ve větší vzdálenosti od okrajů, byly větší a také se zvětšila jejich hustota. U vzorků dochází ke značnému popraskání povrchu, při poměrně velké proměnlivosti popraskání i na jednotlivých stranách vzorku. Ve větší míře dochází k odloupení části, popřípadě celých kousků povlaku od substrátu a následnému samovolnému odpadnutí. Odpadnuté části se nacházejí v místech prasklin, kdy se oddělil povlak do 30-ti mm.

Nejméně povrchových vad a poškození vykazoval vzorek se substrátem ošetřeným dle doporučení výrobce. Ostatní vzorky vykazovaly různě značné poškození povlaku. V některých případech došlo k samovolnému odloupení povrchu již po době odpovídající 3,6 roku. Z tohoto důvodu by bylo lepší, aby daný povrch nebyl vystaven, popřípadě byl vystaven, koroznímu prostředí s menší intenzitou.

10. Závěr

Cílem diplomové práce bylo prozkoumat jednotlivé druhy předúpravy substrátu, před nanášením práškové barvy – Komaxit, se zaměřením na hodnocení jejich vlastností v průběhu životnosti povlaku. U vzorků byly tyto vlastnosti vzájemně porovnávány po výrobě a po zkoušce v korozním prostředí, které dle definovaných vlastností, zrychleně simulovalo stárnutí v reálném prostředí.

V teoretické části diplomové práce je vypracován přehled nátěrových hmot a způsoby vytváření nátěrových povlaků, jejich vlastnosti a faktory ovlivňující použití jednotlivých nátěrů. Způsob nanášení, výroby, složení, vlastnosti, skladování a možnosti recyklace práškové barvy – Komaxit. Dále byl v práci zpracován přehled druhů korozi, způsoby vzniku a faktory ovlivňující výrobek v průběhu jeho životnosti, se zaměřením na korozi pod nátěrem. Zároveň byl zpracován přehled jednotlivých povrchových předúprav s rozdělením na mechanickou a chemickou. V práci byl také zpracován výrobní postup při odmaštění povrchu v mycím boxu s použitím kombinovaného fosfatizačního přípravku Duridine 3803 IT, oplach a následné sušení. Zároveň byl zpracován přehled nejčastějších závad, jejich pravděpodobné příčiny a nejčastější způsoby odstranění závady.

V praktické části, byly pro každý způsob předúpravy, před nanášením Komaxitového povlaku, zhotoveny čtyři navzájem si odpovídající vzorky. Vzorky byly zhotoveny pro podklad nafosfátovaný ,dle doporučení výrobce, nafosfátovaný povrch, ale špatně omytý, povrch nafosfátovaný, ale nedostatečně vysušený a poslední - neodmaštěný podklad. Zkoušky porovnávaly jednotlivé úpravy po výrobě a po zkouškách v korozní komoře, která zrychleně zkoumá vliv prostředí na povlak.

Na základě provedených zkoušek, je možné všechny předúpravy hodnotit, bezprostředně po výrobě, jako vyhovující ve všech parametrech. Jednotlivé předúpravy nebylo možné od sebe odlišit, ani jedním ze způsobů zkoušení, a ani vizuálně se od sebe nijak nelišily. S rostoucí dobou, po kterou byly vzorky v korozní komoře, respektive odpovídající reálné době působení korozních vlivů, v rámci životnosti laku, bylo možné již jednotlivé předúpravy od sebe odlišit. Zároveň se výrazně mění vlastnosti povlaku a také především jeho schopnost odolávat vnějším mechanickým vlivům.

Provedenými zkouškami, byly prozkoumány vlastnosti Komaxitu. Pokud je Komaxitová vrstva celistvá, poměrně dobře odolává vnějším vlivům. Po jejím poškození, vzlíná vlhkost s nečistotami. Následně dojde k porušení přilnavosti povlaku k podkladu,

odlupování a k destrukci Komaxitové vrstvy – puchýřkování, praskání, samovolnému odlupování.

Z ekologického hlediska je použití práškových barev - Komaxitu velmi výhodné, jelikož při nanášení nevznikají žádné exhalace ani znečištění okolí výroby, jelikož nanášení je prováděno v uzavřených, popřípadě polouzavřených odsávaných provozech. Prášek, který neulpěl na výrobcích v nanášecí kabině, se obvykle odsává přes cyklon do koncových filtrů a zde se hromadí. Recyklace je značně výhodná v zařízení, kde se jedním typem a odstínem nátěrové hmoty lakují velké šarže výrobků a používaný prášek v nanášecím zařízení recirkuluje za současného doplňování nového prášku. V případě malosériové výroby, se různé prášky hromadí na dně nanášecí komory, kdy tyto lze využít pro zhotovení povlaku, u kterého není nutné zachování jednotné barvy, popřípadě dalších vlastností prášku.

Mezi největší výhody práškových barev patří téměř stoprocentní využití nátěrové hmoty, přičemž při jejich aplikaci nevznikají žádné exhalace a téměř žádný další odpad. Vysoké procento opětovného využití práškových nátěrových hmot a jeho možnost recyklace.

Za největší nevýhodu považují nutnost dodržení předepsané předúpravy.

Použitá literatura

- [1] MOHYLA, M.: Technologie povrchových úprav kovů. VŠB–TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7
- [2] PODJUKLOVÁ, J.: Speciální technologie povrchových úprav I, VŠB–TU Ostrava, 1994. 1. vydání, 76 s. ISBN 80-7078-235-8
- [3] KLIMEŠ, L.: O historii a výrobě práškových plastů. Povrchové úpravy. 2003, roč. 2003, č. 3, strany 18-19, ISSN 0551-7354
- [4] KUDLÁČEK, J.: Technologie povrchových úprav. České vysoké učení technické. ISBN 978-80-87583-11
- [5] STEINER, P.: Řešení vad a defektů vytvrzeného povlaku práškových barev. [Online]. [Citace ze dne 24.11.206]. Dostupné z: <http://www.povrchoveupravy.cz/PDF/steiner.pdf>
- [6] ČSN EN ISO 8501-1 Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu – Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků. Praha: Český normalizační institut, 2007
- [7] ČSN EN ISO 4628-2 Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikost defektů a intenzity jednotlivých změn vzhledu – Část 2: Hodnocení stupně puchýřkování. Český normalizační institut, 2007
- [8] ČSN EN ISO 4628-4 Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikost defektů a intenzity jednotlivých změn vzhledu – Část 4: Hodnocení stupně praskání. Český normalizační institut, 2007
- [9] ČSN EN ISO 4628-5 Nátěrové hmoty – Hodnocení degradace nátěrů – Klasifikace množství a velikost defektů a intenzity jednotlivých změn vzhledu – Část 5: Hodnocení stupně odlupování. Český normalizační institut, 2007
- [10] ČSN EN ISO 9227 Korozní zkoušky v umělých atmosférách – zkouška solnou mlhou. Český normalizační institut, 2007

- [11] ČSN EN ISO Nevodivé povlaky na nemagnetických kovových podkladech. Měření tloušťky povlaku. Metoda vířivých proudů. Český normalizační institut, 2007
- [12] ČSN EN ISO 16276-2 Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 2: Mřížová zkouška. Český normalizační institut, 2008
- [13] ČSN EN ISO 16276-1 Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 1: Odtrhová zkouška. Český normalizační institut, 2008
- [14] BARTONÍČEK, R.: Koroze a protikorozi ochrana, SNTL.
- [15] KUBÍČEK, J.: Renovace a povrchové úpravy [online]. Brno: 2006. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/opory_soubory/renovace_a_povrchove_upravy_ku_bicek.pdf
- [16] Normy.cz [online]. 2010. Anotace. Dostupné z: <http://www.normy.cz>
- [17] Garmin s.r.o.: Technické listy Odtrhoměrů Elcometer, [online] [Citace ze dne 12.3.2016] Dostupné z: <http://www.gamin.cz/katalog/merici-a-laboratorni-pristroje>
- [18] Elcometer Inc. [online] [Citace ze dne 23.5.2016] Dostupné z: <http://www.elcometerusa.com/Coating-Inspection/Elcometer-107-Cross-Hatch-Cutter-for-Adhesion-Tests/>
- [19] Salum s.r.o. [online] [Citace ze dne 23.5.2016] Dostupné z: <http://www.salum.cz/index.php/salum-praskove-lakovani-praskova-lakovna-Komaxitovani-Komaxit-5/38-salum-odstiny-ncs-vzornik-ncs-natural-color-system>
- [20] Interní truhlářství s.r.o. [online] [Citace ze dne 4.4.2016] Dostupné z: <http://www.nabytkova-dvirka.cz/product/propagace-servis-vzornik-barev-ncs/17>
- [21] Wikipedia – Barvy RAL [online] [Citace ze dne 14.3.2016] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Vzorn%C3%ADk_barev_RAL
- [22] V+H systém, s.r.o. [online] [Citace ze dne 12.2.2016] Dostupné z: <http://vhssystem.cz/index.php?co=vyroba>

- [23] Ok color, s.r.o. [online] [Citace ze dne 9.3.2016] Dostupné z: <http://www.okcolor.cz/technologie/>
- [24] [online] [Citace ze dne 9.3.2016] Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/pro-kutily/postupy-a-navody/strikaci-pistole-vzduchova-a-tlakova-cim-se-lisi/>
- [25] Auto revue [online] [Citace ze dne 9.3.2016] Dostupné z: http://www.autorevue.cz/Client.Gallery/show.aspx?id_file=384171340&article=27668
- [26] Technolak, s.r.o. [online] [Citace ze dne 9.3.2016] Dostupné z: <http://www.technolak.cz/technologie.html>
- [27] HENKEL ČR, s r.o. divize Henkel Technologies [online] [Citace ze dne 15.5.2016] Dostupné z: <http://www.henkel.cz/index.htm>
- [28] Internet [online] [Citace ze dne 15.5.2016] Dostupné z: <http://www.rosler-povrchove-upravy.cz/>
<http://firmy.mmspektrum.com/clanek/prilnavost-zarove-strikanych-povlaku.html>
<http://www.fmmi.vsb.cz/cs/katedry-a-pracoviste/636/ustav-experimentalnich-metod/>
- [29] Časopis MM spektrum [online] [Citace ze dne 5.1.2016] Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/recyklace-praskovych-naterovych-hmot-a-likvidace-odpadu.html>
- [30] Wikipedia – Broušení [online] [Citace ze dne 1.5.2016] Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Brou%C5%A1en%C3%AD>

Seznam obrázků

- Obr. č. 1.1 - Příklady nanášení nátěrových hmot
- Obr. č. 1.2 - Příklady koroze
- Obr. č. 2.1 - Proces výroby práškové barvy
- Obr. č. 2.2 - Proces protlačování při výrobě práškové barvy
- Obr. č. 2.3 - Vzorník barev RAL
- Obr. č. 2.4. - Vzorník barev NCS
- Obr. č. 2.5 - Schématické znázornění nanášení barvy Korona
- Obr. č. 2.6 - Schématické znázornění nanášení barvy Tribo
- Obr. č. 5.1 - Příklad otryskávání
- Obr. č. 5.2 - Příklady broušení
- Obr. č. 5.3 - Příklad omílání
- Obr. č. 5.4 - Příklad kartáčování
- Obr. č. 5.5 - Znázornění odmašťování povrchu
- Obr. č. 5.6 - Kombinovaný oplachovací a sušící box
- Obr. č. 6.1 - Vnitřní prostory splachovací komory v provozu
- Obr. č. 6.2 - Zásobníkové nádrže pro mycí box
- Obr. č. 6.3 - Příklad nanášení práškové barvy
- Obr. č. 8.1 - Nákres rozměrů vzorků
- Obr. č. 9.1 - Schématické znázornění vzniku vířivých proudů v kovovém vodiči
- Obr. č. 9.2 – Měřicí přístroj Elocmeter
- Obr. č. 9.3 - Zkušební sada Elcometer 107
- Obr. č. 9.4 - Řezný nůž a příklad břitu
- Obr. č. 9.5 - Příklad rozložení řezného nástroje
- Obr. č. 9.6 - Příklad lepicí pásky (norma předepisuje šířku 50mm)
- Obr. č. 9.7 - Nákres provedení mřížkové zkoušky

- Obr. č. 9.8 - Přípravek pro mřížkovou zkoušku
- Obr. č. 9.9 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 1A
- Obr. č. 9.10 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 2A
- Obr. č. 9.11 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 3A
- Obr. č. 9.12 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 4A
- Obr. č. 9.13 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 1B
- Obr. č. 9.14 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 2B
- Obr. č. 9.15 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 3B
- Obr. č. 9.16 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 4B
- Obr. č. 9.17 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 1C
- Obr. č. 9.18 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 2C
- Obr. č. 9.19 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 3C
- Obr. č. 9.20 - Mřížková zkouška a křížný řez na vzorku 4C
- Obr. č. 9.21 - Přístroj Elcometer 106 a zobrazení rozsahu
- Obr. č. 9.22 - Příklad principu odtrhové zkoušky
- Obr. č. 9.23 - Detail řezu v okolí odtrhového tělíska
- Obr. č. 9.24 - Příklady porušení povlaku při odtrhu
- Obr. č. 9.25 - Hodnocení odtrhu jednovrstvých povlaků
- Obr. č. 9.26 - Detaily odtrhů vzorku 1.3 s „panenkou“
- Obr. č. 9.27 - Detaily odtrhů vzorku 2.3 s „panenkou“
- Obr. č. 9.28 - Detaily odtrhů vzorku 3.3 s „panenkou“
- Obr. č. 9.29 - Detaily odtrhů vzorku 4.3 s „panenkou“
- Obr. č. 9.30 - Detaily odtrhů vzorku 1A s „panenkou“
- Obr. č. 9.31 - Detaily odtrhů vzorku 2A s „panenkou“
- Obr. č. 9.32 - Detaily odtrhů vzorku 3A s „panenkou“
- Obr. č. 9.33 - Detaily odtrhů vzorku 4A s „panenkou“
- Obr. č. 9.34 - Příklad korozní komory a zavěšení vzorků

Obr. č. 9.35 - Hodnocení množství puchýřků

Obr. č. 9.36 - Hodnocení množství puchýřků

Obr. č. 9.37 - Hodnocení množství puchýřků

Obr. č. 9.38 - Hodnocení množství puchýřků

Obr. č. 9.39 - Nepravidelné praskliny

Obr. č. 9.40 - Dlouhé praskliny

Obr. č. 9.41 - Krátké souběžné praskliny

Obr. č. 9.42 - Různě dlouhé nerovnoměrné praskliny

Obr. č. 9.43 - Praskliny vy tvaru vraní stopy

Obr. č. 9. 44 - Mozaikové praskliny

Obr. č. 9.45 - Svraštění nátěru

Obr. č. 9.46 - Krátké náhodně rozložené praskliny

Obr. č. 9.47a - Hustota rozložení prasklin

Obr. č. 9.47b - Hustota rozložení prasklin

Obr. č. 9.48 - Hustota rozložení odlupu

Obr. č. 9.49 - Hustota rozložení odlupu

Obr. č. 9.50 - Vzorek 1A po korozní zkoušce

Obr. č. 9.51 - Vzorek 1A po korozní zkoušce

Obr. č. 9.52 - Vzorek 3A po korozní zkoušce

Obr. č. 9.53 - Vzorek 2A po korozní zkoušce

Obr. č. 9.54 - Vzorek 3A po korozní zkoušce

Obr. č. 9.55 - Vzorek 3A po korozní zkoušce

Obr. č. 9.56 - Vzorek 4A po korozní zkoušce

Obr. č. 9.57 - Vzorek 4A po korozní zkoušce

Obr. č. 9.58 - Vzorek 1B po korozní zkoušce

Obr. č. 9.59 - Vzorek 1B po korozní zkoušce

Obr. č. 9.60 - Vzorek 2B po korozní zkoušce

Obr. č. 9.61 - Vzorek 2B po korozní zkoušce
Obr. č. 9.62 - Vzorek 3B po korozní zkoušce
Obr. č. 9.63 - Vzorek 3B po korozní zkoušce
Obr. č. 9.64 - Vzorek 4B po korozní zkoušce
Obr. č. 9.65 - Vzorek 4B po korozní zkoušce
Obr. č. 9.66 - Vzorek 1C po korozní zkoušce
Obr. č. 9.67 - Vzorek 1C po korozní zkoušce
Obr. č. 9.68 - Vzorek 2C po korozní zkoušce
Obr. č. 9.69 - Vzorek 2C po korozní zkoušce
Obr. č. 9.70 - Vzorek 3C po korozní zkoušce
Obr. č. 9.71 - Vzorek 3C po korozní zkoušce
Obr. č. 9.72 - Vzorek 4C po korozní zkoušce
Obr. č. 9.73 - Vzorek 4C po korozní zkoušce

Seznam tabulek

- Tab. č. 2.1 - Složení práškových barev
- Tab. č. 6.1 - Parametry pece DMP 40 G
- Tab. č. 6.2 - Nejčastější vady a jejich řešení
- Tab. č. 6.3 - Nejčastější vady a jejich řešení
- Tab. č. 8.1 - Naměřené hodnoty
- Tab. č. 9.1 - Parametry řezného nástroje
- Tab. č. 9.2 - Klasifikace výsledků mřížkové zkoušky
- Tab. č. 9.3 - Klasifikace výsledků zkoušky křížovým řezem
- Tab. č. 9.4 - Vyhodnocení mřížkové zkoušky a křížového řezu
- Tab. č. 9.5 - Vyhodnocení odtrhové zkoušky
- Tab. č. 9.6 - Korozní odolnost
- Tab. č. 9.8 - Číselné schéma pro klasifikaci množství prasklin
- Tab. č. 9.9 - Číselné schéma pro klasifikaci velikosti prasklin
- Tab. č. 9.10 - Plocha odlupování
- Tab. č. 9.11 - Velikost plochy odlupu
- Tab. č. 9.12 - Vyhodnocení povrchu puchýřkováním, popraskáním a odlupováním